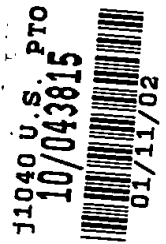


IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re the Application of : **Atsushi YAMASHITA**  
Filed: : **Concurrently herewith**  
For: : **A MOBILE COMMUNICATION SYSTEM, ....**  
Serial No. : **Concurrently herewith**



Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

January 11, 2002

**PRIORITY CLAIM AND SUBMISSION**  
**OF PRIORITY DOCUMENT**

S I R:

Applicant hereby claims priority under 35 USC 119 from **JAPANESE** patent application no. **2001-256952** filed **August 27, 2001**, a certified copy of which is enclosed.

Any fee, due as a result of this paper, not covered by an enclosed check, may be charged to Deposit Acct. No. 50-1290.

Respectfully submitted,

Samson Helfgott  
Reg. No. 23,072

ROSENMAN & COLIN, LLP  
575 MADISON AVENUE  
IP Department  
NEW YORK, NEW YORK 10022-2584  
DOCKET NO.: FUJS 19.331  
TELEPHONE: (212) 940-8800

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

J11040 U.S. PTO  
10/043815  
01/11/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2001年 8月27日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2001-256952

出 願 人  
Applicant(s):

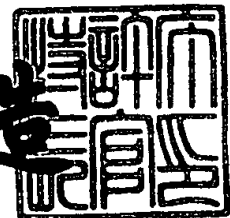
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年10月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 0100197

【提出日】 平成13年 8月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 7/216  
H04B 7/26

【発明の名称】 移動体通信システム並びに無線基地局、無線装置及び移動端末

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 山下 敦

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100092978

【弁理士】

【氏名又は名称】 真田 有

【電話番号】 0422-21-4222

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007696

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704824

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 移動体通信システム並びに無線基地局、無線装置及び移動端末

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 無線基地局と、該無線基地局と特定の無線周波数帯を使用して通信しうる移動端末とをそなえた移動体通信システムであって、

該移動端末からの受信信号に基づいて該移動端末の移動速度（以下、端末移動速度という）に関する情報（以下、速度情報という）を検出する検出手段と、

該検出手段で検出された速度情報が、高速であるほど高い無線周波数帯域の中から使用周波数を選択し、低速であるほど低い無線周波数帯域の中から使用周波数を選択し、選択した使用周波数を該移動端末に割り当てる選択制御手段とをそなえたことを特徴とする、移動体通信システム。

【請求項 2】 移動端末と特定の無線周波数帯を使用して通信しうる無線基地局であって、

M種類（Mは2以上の整数）の無線周波数帯のいずれかを使用して該移動端末と通信しうる無線通信部と、

該無線通信部で受信される該移動端末からの受信信号から該移動端末の移動速度に関する情報を検出する速度情報検出部と、

該速度情報検出部で検出された速度情報が、高速であるほど高い無線周波数帯域の中から使用周波数を選択し、低速であるほど低い無線周波数帯域の中から使用周波数を選択し、選択した使用周波数を該移動端末に割り当てる使用周波数選択制御部とをそなえたことを特徴とする、無線基地局。

【請求項 3】 第1の周波数帯に属する周波数、該第1の周波数帯よりも周波数の高い第2の周波数帯に属する周波数のいずれの周波数についても移動端末との間の上り下りの通信用として利用可能な無線装置において、

送信データを誤り訂正符号化及びインタリーブして得られた信号を無線信号に変換して下りの通信用として該移動端末に送信する送信手段と、

該移動端末からの受信信号に基づいて、該下りの通信用の無線信号についての送信電力制御を行なう送信電力制御手段と、

該移動端末からの受信信号のフェージング周期又は該移動端末の移動速度が速

いと判定した場合には、該第 2 の周波数帯に属する周波数を該移動端末との通信に用い、該フェージング周期又は該移動端末の移動速度が遅いと判定した場合には、該第 1 の周波数帯に属する周波数を該移動端末との通信に用いる選択制御手段とをそなえたことを特徴とする、無線装置。

【請求項 4】 第 1 の周波数帯に属する周波数、該第 1 の周波数帯よりも周波数の高い第 2 の周波数帯に属する周波数のいずれの周波数についても移動端末との間の上り下りの通信用として利用可能な無線装置において、

送信データを誤り訂正符号化及びインタリーブして得られた信号を無線信号に変換して下りの通信用として移動端末に送信する送信手段と、

該移動端末からの受信信号に基づいて、該下りの通信用の無線信号についての送信電力制御を行なう送信電力制御手段と、

該移動端末からの受信信号に基づいて、該移動端末が受信する下り受信信号におけるフェージング周期又は該移動端末の移動速度が速いと判定した場合には、該第 2 の周波数帯に属する周波数を該移動端末との通信に用い、該フェージング周期又は該移動端末の移動速度が遅いと判定した場合には、該第 1 の周波数帯に属する周波数を該移動端末との通信に用いる選択制御手段とをそなえたことを特徴とする、無線装置。

【請求項 5】 無線基地局と特定の無線周波数帯を使用して通信しうる移動端末であって、

M 種類 (M は 2 以上の整数) の無線周波数帯のいずれかを使用して該無線基地局と通信しうる無線通信部と、

該無線基地局において、自己の速度情報が、高速であるほど高い無線周波数帯域の中から選択され、低速であるほど低い無線周波数帯域の中から選択された使用周波数を通知する選択周波数通知信号を、該無線通信部から受信する選択周波数通知信号受信部と、

該選択周波数通知信号受信部で受信された該選択周波数通知信号に従って、上記の各無線周波数帯の中から該無線通信部で使用するべき無線周波数を選択する使用周波数選択制御部とをそなえたことを特徴とする、移動端末。

【発明の詳細な説明】

【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、移動体通信システム並びに無線基地局及び移動端末に関し、特に、符号分割多元接続（CDMA：Code Division Multiple Access）方式による通信を行なう移動体通信に用いて好適な技術に関する。

【0002】

## 【従来の技術】

CDMA方式は、移動体通信方式として最近広く使用されている。周波数分割多元接続（FDMA：Frequency Division Multiplex Access）方式や時分割多元接続（TDMA：Time Division Multiplex Access）方式が、各加入者（携帯電話等の移動端末）に対して互いに直交する資源（周波数、時間等）を配分することで、基本的には、加入者相互の干渉が無い条件で運用される方式であるのに対し、CDMA方式は、加入者同士が互いに干渉を受ける条件で運用され、統計多重効果によりチャネル容量などの改善を期待する方式である。

【0003】

このように、CDMA通信システムでは、各加入者同士の信号が互いに干渉がある状態で運用されるため、通常は、送信電力制御（TPC：Transmission Power Control）や誤り訂正（FEC：Forward Error Correction）などを用いて、各加入者の送信信号電力が必要最小限になるように制御することで、互いの干渉を最小限にしてチャネル容量を最大化することが行なわれる。

【0004】

一般に、CDMA通信システムのチャネル容量は次式（1）で概算できるとされている（参考文献1；A.Viterbi, CDMA Principles of Spread Spectrum Communication Addison-Wesley, (1995)）。

【0005】

【数1】

$$N \cong \frac{p_g}{E_b/N_{o\_th} \times (f_s + f_o) \times d} \times D_t \times \frac{G_s}{N_s} \times L_f \cdots (1)$$

【0006】

ただし、この式(1)において、Nはチャネル容量(ch/sector/RF)、pgは処理利得、Eb/No\_thは所要Eb/No、fsは自セル干渉比、foは他セル干渉比、dはVoice activity factor、Dtは送信電力制御誤差による劣化、Gsはセクタ化効果、Nsはセクタ数/セル、LfはLoading factorをそれぞれ表す。なお、ここでは議論に関係のないパラメータを省略して、次式(2)を用いて検討することにする。

【0007】

【数2】

$$N \approx K \times \frac{pg}{Eb/No_{th} \times (fs + fo)} \dots (2)$$

【0008】

ただし、この式(2)において、Kはその他のパラメータの影響を表す係数を表す。

この式(2)は、所望の通信品質(以下、伝送品質ともいう)を満足するのに要する信号対(干渉+雑音)電力比(所要Eb/No)が大きくなると、各局の送信電力が大きくなり干渉が増大するために、チャネル容量Nが減少することを示している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

CDMA方式は、TPCとFECにより通信品質とチャネル容量の最適化を図る方式であるが、TPCとFECの応答速度の違いのために、特定の端末移動速度において所要Eb/Noが劣化するという問題が生じる(参考文献2; R. Padovani, Reverse Link Performance of IS-95 Based Cellular Systems IEEE Personal Communications, Third Quarter, (1994))。

【0010】

この現象は、下記のようにして生じる。

移動通信では、主に端末の周囲の事物での反射同士の干渉により伝搬損失が変動するフェージング(レイリーフェージング)が発生するが、これは端末の移動



速度に応じた速度で変動する。レイリーフェージングの変動速度は、次式(3)に示すように、端末移動によるドップラー周波数 $f_D$ で特徴付けられる(参考文献3; 奥村, 進士, “移動通信の基礎”, (社)電子情報通信学会, (1986))。

$$f_D \doteq f_R \times V_M / C \quad \cdots (3)$$

ただし、この式(3)において、 $f_R$ は無線周波数、 $V_M$ は端末移動速度、 $C$ は光速をそれぞれ表す。

#### 【0011】

即ち、無線周波数 $f_R$ が高く端末移動速度 $V_M$ が速いほど、レイリーフェージングの変動速度は高くなることが分かる。ここで、TPCは一般に応答速度が遅いため、レイリーフェージング変動が遅い(即ち、ドップラー周波数 $f_D$ が低い)ときにはフェージングによる伝搬損失変動に追従して送信電力を制御できるので、通信品質の劣化を防げるが、ドップラー周波数(つまり、フェージング周波数) $f_D$ が高い場合にはフェージング変動に追従できないため通信品質が劣化するという現象が生じる。

#### 【0012】

これに対し、FECはインタリーブ(IL)と組み合わせることで、フェージングによるバースト的な信号電力低下の影響を拡散して誤りを訂正できるが、IL周期は有限であるためフェージング速度が遅いと訂正しきれないほど長時間の信号電力低下が生じるために通信品質が劣化してしまう。

そのため、TPCにより通信品質改善効果の得られるドップラー周波数 $f_D$ と、FECにより改善効果の得られるドップラー周波数 $f_D$ との中間周波数 $f_D$ において大きな通信品質劣化が生じるという現象が発生する(図13及び参考文献2参照)。なお、図13には、IS-95システムの上り回線(reverse link(移動端末→基地局), 9.6kbps)において、フレームエラーレート(FER)=1%を満足するのに必要な $E_b/N_0$ が示されており、例えば、無線周波数=850MHzのとき、 $f_D=40\text{Hz}$ は端末移動速度=50.8km/hに相当する。

#### 【0013】

ここで、端末移動速度は一意に規定できないため、品質劣化が最大〔所要 $E_b/N_0$ が最大(図13の例では、 $f_D=47\text{Hz}$ , 所要 $E_b/N_0=6.1\text{dB}$ )〕となる

ドップラー周波数  $f_D$  でシステム設計をしなければならない。しかしながら、所要  $E_b/N_0$  が大きくなると、前記の式 (2) で表されるように、チャネル容量  $N$  が劣化してしまう。一方、チャネル容量  $N$  を確保しようとする、所要  $E_b/N_0$  を満足できなくなるので通信品質が劣化してしまう。

## 【 0 0 1 4 】

なお、TDMAやFDMAのようにフェージングピッチ ( $f_D$ ) が高くなると伝送品質が単調に劣化するシステムにおいては、例えば、特開平5-259969号公報に示されるように、特定端末の伝送品質が大きく劣化することを防ぎ、システム全体の通信品質を均一にすることで、全体的なパフォーマンスを向上させることが試みられている。

## 【 0 0 1 5 】

具体的に、特開平5-259969号公報に示される技術（以下、公知技術1という）では、フェージングピッチが小さくなると伝送品質劣化が小さくなるという、ドップラー周波数  $f_D$  と伝送品質劣化の単調性を前提として、端末移動速度の大小のみに基づく単純な制御によって上記の効果を実現している。しかしながら、このような単純な制御では、CDMAのようにドップラー周波数  $f_D$  に対する伝送品質劣化が非単調な場合（移動端末における受信信号の所要信号対雑音電力比がその移動端末の移動速度に応じて増加傾向から減少傾向に転ずる特性を有する通信形式を採用している場合）には効果が小さく、場合によってはかえって通信品質が劣化することもある。

## 【 0 0 1 6 】

即ち、本公知技術1では、高い通信品質を要求される制御用チャネルの  $f_D$  ( $\propto$  (移動速度)  $\times$  (無線周波数)) になるべく低くなるよう制御用チャネルに低い周波数帯を割り当てることで、制御用チャネルの通信品質を保証しようとしているが、CDMAのようにドップラー周波数  $f_D$  に対する伝送品質劣化が非単調であるシステムにおいて同様にドップラー周波数  $f_D$  を低くすると、例えば図13の  $f_D > 42 \text{ Hz}$  の場合等のように、かえって通信品質が劣化してしまうことがあるのである。

## 【 0 0 1 7 】

また、本公知技術 1 では、高速移動端末のトラヒックを低域無線周波数帯、低速移動端末を高域無線周波数帯に収容することでドップラー周波数  $f_D$  ( $\propto$  (移動速度)  $\times$  (無線周波数)) になるべく等しくなるようにして伝送品質を均一化することで、全体的なパフォーマンスを向上させようとしている。

しかし、この方法では、ドップラー周波数  $f_D$  が伝送品質の最悪値 (図 1 3 の例では  $f_D = 42 \text{ Hz}$ ) になるような無線周波数帯が割り当てられてしまうと、どちらの端末も伝送品質が最悪になってしまい、全体的なパフォーマンスも最悪になってしまうことになる。本公知技術 1 では、これを防ぐ方法が無い。

#### 【0018】

以上の問題は、公知技術 1 がドップラー周波数  $f_D$  と伝送品質劣化の単調性を前提として、端末移動速度の大小のみに基づく単純な制御を行なっていることによるものである。

また、CDMA 通信システムにおける周波数割り当てという点に着目すると、公知技術として、例えば、特開平 10-23502 号公報に示される技術 (以下、公知技術 2 という) がある。この公知技術 2 は、CDMA 通信システムにおいて、ソフトハンドオフ用のチャネルを確保するために各無線周波数帯に収容する端末数 (厳密には、使用する無線チャネル数) を均一にすることを目的としたものである。

#### 【0019】

しかしながら、本公知技術 2 でも、端末移動速度やドップラー周波数  $f_D$  に対する伝送品質の非単調性等は考慮されておらず、端末移動速度を考慮せずに無線周波数帯が割り当てられる。このため、割り当てられた周波数でドップラー周波数  $f_D$  が、伝送品質が最悪となる値 (図 1 3 の例では  $f_D = 42 \text{ Hz}$ ) になった場合、大きな劣化が生じる。

#### 【0020】

本発明は、以上のような課題に鑑み創案されたもので、端末移動速度 (ドップラー周波数) と伝送品質劣化との関係が非単調な移動体通信システムにおいて、通信品質の改善及びチャネル容量の増大を図れるようにすることを目的とする。

#### 【0021】

## 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明の移動体通信システム（請求項 1）は、移動端末からの受信信号に基づいて該移動端末の移動速度（以下、端末移動速度という）に関する情報（以下、速度情報という）を検出する検出手段と、この検出手段で検出された速度情報が、高速であるほど高い無線周波数帯域の中から使用周波数を選択し、低速であるほど低い無線周波数帯域の中から使用周波数を選択し、選択した使用周波数を該移動端末に割り当てる選択制御手段とをそなえたことを特徴としている。

## 【0022】

また、上記の移動体通信システムを実現するための本発明の無線基地局（請求項 2）は、次の各部をそなえたことを特徴としている。

(1) M 種類（M は 2 以上の整数）の無線周波数帯のいずれかを使用して移動端末と通信しうる無線通信部

(2) この無線通信部で受信される該移動端末からの受信信号から移動端末の移動速度に関する情報（速度情報）を検出する速度情報検出部と、

(3) この速度情報検出部で検出された速度情報が、高速であるほど高い無線周波数帯域の中から使用周波数を選択し、低速であるほど低い無線周波数帯域の中から使用周波数を選択し、選択した使用周波数を該移動端末に割り当てる使用周波数選択制御部

上記の各部を無線基地局にそなえることで、上述のごとく使用無線周波数帯を特定の端末移動速度情報で切り換えて、所要信号対雑音電力比の最悪値を改善することができる。

## 【0023】

さらに、本発明の無線装置（請求項 3）は、第 1 の周波数帯に属する周波数、該第 1 の周波数帯よりも周波数の高い第 2 の周波数帯に属する周波数のいずれの周波数についても移動端末との間の上り下りの通信用として利用可能な無線装置において、次の各手段をそなえたことを特徴としている。

(1) 送信データを誤り訂正符号化及びインタリーブして得られた信号を無線信号に変換して下りの通信用として該移動端末に送信する送信手段

(2) 移動端末からの受信信号に基づいて、下りの通信用の無線信号についての送信電力制御を行なう送信電力制御手段

(3) 移動端末からの受信信号のフェージング周期又は該移動端末の移動速度が速いと判定した場合には、上記第 2 の周波数帯に属する周波数を移動端末との通信に用い、上記のフェージング周期又は移動端末の移動速度が遅いと判定した場合には、上記第 1 の周波数帯に属する周波数を移動端末との通信に用いる選択制御手段

また、本発明の無線装置（請求項 4）は、第 1 の周波数帯に属する周波数、該第 1 の周波数帯よりも周波数の高い第 2 の周波数帯に属する周波数のいずれの周波数についても移動端末との間の上り下りの通信用として利用可能な無線装置において、次の各手段をそなえたことを特徴としている。

【 0 0 2 4 】

(1) 送信データを誤り訂正符号化及びインタリーブして得られた信号を無線信号に変換して下りの通信用として移動端末に送信する送信手段

(2) 移動端末からの受信信号に基づいて、下りの通信用の無線信号についての送信電力制御を行なう送信電力制御手段

(3) 移動端末からの受信信号に基づいて、その移動端末が受信する下り受信信号におけるフェージング周期又は移動端末の移動速度が速いと判定した場合には、上記第 2 の周波数帯に属する周波数を移動端末との通信に用い、上記のフェージング周期又は移動端末の移動速度が遅いと判定した場合には、上記第 1 の周波数帯に属する周波数を移動端末との通信に用いる選択制御手段

ここで、移動端末の速度が速いか遅いかの基準は、上記の各周波数帯のそれぞれの所要信号対雑音電力比に基づいて求められる。例えば、移動端末における受信信号の所要信号対雑音電力比がその移動端末の移動速度に応じて増加傾向から減少傾向に転ずる特性を有する通信形式が採用されている場合には、各周波数帯のそれぞれの所要信号対雑音電力比が満足する端末移動速度を基準にすることができる。

【 0 0 2 5 】

この場合、前記のドップラー周波数  $f_D$  が前記の式（3）のように表されるこ

とから、そもそも、端末移動速度が同じでも使用無線周波数が異なればドップラ一周波数  $f_D$  も異なり所要信号対雑音電力比も異なるため、所要信号対雑音電力比が最大になる端末移動速度は使用無線周波数毎に異なることになるが、上述のごとく使用無線周波数帯が特定の端末移動速度を境に切り換えられることになるので、所要信号対雑音電力比の最悪値が改善されることになる。

【 0 0 2 6 】

なお、移動体通信のチャネル容量は、前記の式 (2) に示したように、所要信号対雑音電力比のみでなく、自セル干渉比 ( $f_s$ ) や他セル干渉比 ( $f_o$ ) 等の干渉電力情報にも依存するので、チャネル容量改善効果を更に大きくするために、使用無線周波数帯の選択 (切り換え) 基準 (しきい値情報) は、移動端末との通信に対する干渉電力情報を加味して求められるのが好ましい。

【 0 0 2 7 】

また、この場合、上記干渉電力情報を、上記の各無線周波数帯のそれぞれについての信号伝送特性に基づいて求めれば、例えば、電波伝搬損失の変動等を考慮して上記の基準 (しきい値情報) を定めることができる。

一方、上記の移動体通信システムを実現するための本発明の移動端末 (請求項 5) は、次の各部をそなえたことを特徴としている。

【 0 0 2 8 】

(1) M 種類 (M は 2 以上の整数) の無線周波数帯のいずれかを使用して該無線基地局と通信しうる無線通信部

(2) 無線基地局において、自己の速度情報が、高速であるほど高い無線周波数帯域の中から選択され、低速であるほど低い無線周波数帯域の中から選択された使用周波数を通知する選択周波数通知信号を、無線通信部から受信する選択周波数通知信号受信部

(3) この選択周波数通知信号受信部で受信された該選択周波数通知信号に従って、上記の各無線周波数帯の中から無線通信部で使用すべき無線周波数を選択する使用周波数選択制御部

このような構成により、本発明の移動端末は、上述したように無線基地局において選択された無線周波数を通知する選択周波数通知信号に従って、上記の各無

線周波数帯の中から無線基地局との通信に使用すべき無線周波数を選択するので、システム全体としての所要信号対雑音電力比の最悪値を改善してチャネル容量を改善することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

(A) 一実施形態の説明

図1は本発明の一実施形態としてのCDMA通信システム（移動体通信システム）の構成を示すブロック図で、この図1に示すCDMA通信システムは、少なくとも1台の無線基地局装置（無線装置；以下、単に「基地局」という）1と、少なくとも1台の移動端末装置（以下、単に「端末」という）2とをそなえて構成されており、基地局1は、自己の通信可能エリア（セル）に存在する端末（在圏端末）2とCDMA方式により双方向の無線通信を行なうことができるようになっている。

【0030】

(A1) 基地局構成

具体的に、本実施形態における基地局1は、その要部に着目すると、この図1中に示すように、例えば、送信系として、多重化部11、切換スイッチ12、 $f_{R1}$ 帯（第1の周波数帯）用のCDMA送信部13aおよび $f_{R2}$ 帯（第2の周波数帯）用のCDMA送信部13bをそなえるとともに、受信系として、 $f_{R1}$ 帯用のCDMA受信部16a、 $f_{R2}$ 帯用のCDMA受信部16b、切換スイッチ17および分離部18をそなえ、且つ、制御系20として、例えば、切換スイッチ19、ドップラー周波数（ $f_D$ ）測定部20A、端末移動速度推定部20B、切換速度しきい値保持部20Cおよび周波数帯切換制御部20Dをそなえている。

【0031】

なお、この図1には、図示を省略しているが、基地局1は、端末2からの受信信号に基づいて、下り回線（forward link）（下りの通信用の無線信号）についてのTPC（送信電力制御）を行なうTPC機能も有しているものとする。また、図1において、14a、14bはそれぞれハイブリッド（H）、15a、15

bはそれぞれ  $f_{R1}$  帯,  $f_{R2}$  帯用の送受信アンテナを示し、ここではいずれも上記の送信系および受信系に共用になっている。

【 0 0 3 2 】

即ち、 $f_{R1}$  帯 ( $f_{R2}$  帯) 用の CDMA 送信部 1 3 a (1 3 b) からの送信信号はハイブリッド 1 4 a (1 4 b) を通じて送受信アンテナ 1 5 a (1 5 b) から端末 2 へ向けて送信される一方、端末 2 からの  $f_{R1}$  帯 ( $f_{R2}$  帯) の無線信号は送受信アンテナ 1 5 a (1 5 b) で受信されハイブリッド 1 4 a (1 4 b) により  $f_{R1}$  帯 ( $f_{R2}$  帯) 用の CDMA 受信部 1 6 a (1 6 b) へ出力されるようになっているのである。

【 0 0 3 3 】

つまり、上記の CDMA 送信部 1 3 a, 1 3 b, ハイブリッド 1 4 a, 1 4 b, CDMA 受信部 1 6 a, 1 6 b, 送受信アンテナ 1 5 a, 1 5 b は、 $M=2$  種類の無線周波数帯 ( $f_{R1}$  帯,  $f_{R2}$  帯) のいずれかを使用して端末 2 と通信しうる無線通信部としての機能を果たすものである。

(A1.1) 送信系構成

さて、ここで、上記の送信系において、多重化部 (制御信号付加部) 1 1 は、端末 2 への送信データと周波数帯切換制御部 2 0 D からの制御信号 (後述する選択周波数通知信号や切換タイミング指示信号など) とを多重 (付加) するためのものであり、切換スイッチ 1 2 は、周波数帯切換制御部 2 0 D からの切換制御信号に従ってその出力が切り換えられることにより、多重化部 1 1 の出力 (送信信号) を  $f_{R1}$  帯 CDMA 送信部 1 3 a および  $f_{R2}$  帯 CDMA 送信部 1 3 b のいずれかへ供給するためのものである。

【 0 0 3 4 】

また、 $f_{R1}$  帯用の CDMA 送信部 1 3 a は、切換スイッチ 1 2 からの送信信号を特定の周波数帯 ( $f_{R1}$  帯) の信号として出力するためのものであり、 $f_{R2}$  帯用の CDMA 送信部 1 3 b は、切換スイッチ 1 2 からの送信信号を上記の  $f_{R1}$  帯とは異なる他の周波数帯 ( $f_{R2}$  帯) の信号として出力するためのものである。なお、 $f_{R1}$  (第 1 の周波数帯) と  $f_{R2}$  (第 2 の周波数帯) との高低関係は、本実施形態では、 $f_{R2} > f_{R1}$  とし、例えば、 $f_{R1}$  帯 = 8 5 0 M H z 帯、 $f_{R2}$  帯 = 2 G H z



帯である。

#### 【 0 0 3 5 】

##### ・ C D M A 送信部構成

このため、上記の各 C D M A 送信部 1 3 a, 1 3 b は、それぞれ、例えば図 2 に示すように、ハードウェア的には共通の構成を有しており、トラフィックチャネル数に応じた数のトラフィックチャネル送信処理部 1 3 1、多重化部 (MUX) 1 3 2、スクランブラ (乗算器) 1 3 3、デジタルフィルタ 1 3 4、D A 変換器 (D A C : Digital-to-Analog Converter) 1 3 5、直交変調器 1 3 6、下り回線 [forward link (基地局 1 → 端末 2)] 用の R F (Radio Frequency) 発振器 1 3 7、フィルタ 1 3 8、高出力増幅器 (H P A) 1 3 9 等をそなえて構成されており、上記の R F 発振器 1 3 7 の発振周波数を、各 C D M A 送信部 1 3 a, 1 3 b で変えることにより、上記のように C D M A 送信部 1 3 a では  $f_{R1}$  帯、C D M A 送信部 1 3 b では  $f_{R2}$  帯の送信信号をそれぞれ生成できている。

#### 【 0 0 3 6 】

具体的に、各トラフィックチャネル用の送信信号 (送信データ + 制御信号) は、それぞれ、対応するトラフィックチャネル送信処理部 1 3 1 において、F E C 符号化器 1 3 1 a 及びインタリーバ 1 3 1 b により所要の F E C (誤り訂正) 符号化及びインタリーブ処理がそれぞれ施され、乗算器 1 3 1 c にてウォルシュコード (Walsh Code) 等のチャネル化コード (Channelisation Code) と乗算されてチャネル信号化された後、多重化部 1 3 2 にてパイロットチャネル信号及び制御チャネル信号と多重化される。

#### 【 0 0 3 7 】

このようにして得られた多重化信号は、さらに、スクランブラ 1 3 3 にて P N (擬似雑音) 符号 (チップレート = 1.2288 Mcps) であるスクランブルコード (Scrambling Code) によりスクランブル (拡散変調) 処理が施され、デジタルフィルタ 1 3 4 にてフィルタリング (不要信号成分の除去) 処理され、D A 変換器 1 3 5 にて D A 変換された後、直交変調器 1 3 6 にて R F 発振器 1 3 7 からの R F 信号により Q P S K 等の直交変調が施されて、最終的に、フィルタ 1 3 8 及び H P A 1 3 9 を通じて、図 1 に示すハイブリッド 1 4 a 又は 1 4 b へ出力され送受

信アンテナ 1 5 a 又は 1 5 b から端末 2 へ向けて送信される。

【 0 0 3 8 】

なお、図 2 に示す構成では、送信信号を R F 帯にて変調しているが、他にも、中間周波数 ( I F ) 帯で変調し、その後、R F 帯へ周波数変換 ( アップコンバータ ) するなど、各種の構成が考えられる。

( A1.2 ) 受信系構成

次に、図 1 において、 $f_{R1}$  帯用の C D M A 受信部 1 6 a は、ハイブリッド 1 4 a を通じて入力される端末 2 からの  $f_{R1}$  帯の受信信号について所要の復調処理を施すためのものであり、 $f_{R2}$  帯用の C D M A 受信部 1 6 b は、ハイブリッド 1 4 b を通じて入力される端末 2 からの  $f_{R2}$  帯の受信信号について所要の復調処理を施すためのものである。

【 0 0 3 9 】

・ C D M A 受信部構成

このため、本実施形態の C D M A 受信部 1 6 a , 1 6 b は、それぞれ、例えば図 3 に示すように、低雑音増幅器 ( L N A ) 1 6 1 , フィルタ 1 6 2 , トラフィックチャネル数に応じた数のトラフィックチャネル受信処理部 1 6 3 などをそなえており、トラフィックチャネル受信処理部 1 6 3 は、さらに、直交検波器 1 6 3 a , 上り回線 [ reverse link ( 端末 2 → 基地局 1 ) ] 用の R F 発振器 1 6 3 b , A D 変換器 ( A D C : Analog-to-Digital Converter ) 1 6 3 c , デスクランブラ ( 乗算器 ) 1 6 3 d , 乗算器 1 6 3 e , M-Array 相関検出器 1 6 3 f , デイインタリーバ 1 6 3 g 及び誤り訂正復号器 1 6 3 h などをそなえて構成されており、C D M A 送信部 1 3 a , 1 3 b の関係と同様に、上記の R F 発振器 1 6 3 b の発振周波数を、各 C D M A 受信部 1 6 a , 1 6 b で変えることにより、C D M A 受信部 1 6 a では  $f_{R1}$  帯、C D M A 受信部 1 6 b では  $f_{R2}$  帯の受信信号をそれぞれ処理できるようになっている。

【 0 0 4 0 】

具体的に、端末 2 からの受信信号は、L N A 1 6 1 及びフィルタ 1 6 2 にて増幅処理及びフィルタリング処理が施されたのち、各トラフィックチャネル受信処理部 1 6 3 へ入力される。

そして、各トラフィックチャネル受信処理部 1 6 3 において、それぞれ、入力信号（受信信号）は、直交検波器 1 6 3 a にて R F 発振器 1 6 3 b からの R F 信号により直交検波されたのち、A D 変換器 1 6 3 c にて A D 変換され、デスクランブラ 1 6 3 d 及び乗算器 1 6 3 e にて P N 符号によるデスクランブル（逆拡散）処理及びチャネル化コード（Channelisation Code）によるチャネル復調処理がそれぞれ施される。

#### 【 0 0 4 1 】

その後、受信信号は、M-Array 相関検出器 1 6 3 f にて、M-Array 相関検出処理が施され、デインタリーバ 1 6 3 g 及び誤り訂正復号器 1 6 3 h にて、デインタリーブ処理及び誤り訂正復号処理が施されたのち、前記の切換スイッチ 1 7 を通じて分離部 1 8 へ出力される。

##### ・ M-Array 相関検出

ここで、上記の M-Array 相関検出処理について説明する。

#### 【 0 0 4 2 】

セルラシステムのような陸上移動体通信システムでは、フェージングの影響のために、伝送信号の振幅や位相が急激に変動するため、受信信号から基準位相を再生して復調する同期検波を行なうことができない。そのため、IS-95 準拠の C D M A 通信システムでは、下り回線（forward link）ではパイロットチャネルを送信しこれを基準位相とすることで受信側（端末 2）で同期検波を行ない、上り回線（reverse link）では M-Array 相関検出方式を採用している。

#### 【 0 0 4 3 】

なお、IS-95 のシステムでは 6 4 ビット長の Walsh 符号を用いた M-Array 相関検出方式が使用されているが、説明の簡単化のため、ここでは、次表 1 に示すように、1 6 ビット長の Walsh 符号を用いる場合を例に説明する（16→4bit M-Array になる）。

#### 【 0 0 4 4 】

【表 1】

1 6 ビット長の Walsh 符号表

符号番号(二進数表示)	Walsh 符号
W0 (0000)	0000 0000 0000 0000
W1 (0001)	0101 0101 0101 0101
W2 (0010)	0011 0011 0011 0011
W3 (0011)	0110 0110 0110 0110
W4 (0100)	0000 1111 0000 1111
W5 (0101)	0101 1010 0101 1010
W6 (0110)	0011 1100 0011 1100
W7 (0111)	0110 1001 0110 1001
W8 (1000)	0000 0000 1111 1111
W9 (1001)	0101 0101 1010 1010
W10 (1010)	0011 0011 1100 1100
W11 (1011)	0110 0110 1001 1001
W12 (1100)	0000 1111 1111 0000
W13 (1101)	0101 1010 1010 0101
W14 (1110)	0011 1100 1100 0011
W15 (1111)	0110 1001 1001 0110

## 【 0 0 4 5 】

この表 1 から明らかなように、どの符号も 8 ビットずつ異なっている(符号距離 = 8)ことが分かる。そして、送信側(端末 2)では、送信したいデータ(インタリーブ出力)を 4 ビットずつまとめ、その 2 進数値に対応する Walsh 符号を選択する。例えば、インタリーブ出力が“1011”であれば、符号番号=W11 (0110 0110 1001 1001)を選択(16→4-bit M-Array 符号化)して送信することになる。

## 【 0 0 4 6 】

一方、受信側(基地局 1)では、受信したデータを 1 6 ビットずつまとめ、全

てのWalsh符号(W0～W15)と一致比較を行なう。一致したビット数が最も多いWalsh符号が実際に送信された符号であると判定し、その番号(2進数4ビット)を相関検出結果として出力する。例えば、端末2から送信されたWalsh符号(0110 0110 1001 1001)が伝送中に3ビット誤りが生じ、基地局1において符号(0100 0111 1001 1000)が受信されたとする。

【 0 0 4 7 】

この符号と符号番号=W0～W15との一致比較を行なうと、その結果は次表2に示すようになる。

【 0 0 4 8 】

【表 2】

一致比較結果

符号番号 (二進数表示)	Walsh 符号	一致ビット数
W0 (0000)	0000 0000 0000 0000	9
W1 (0001)	0101 0101 0101 0101	9
W2 (0010)	0011 0011 0011 0011	7
W3 (0011)	0110 0110 0110 0110	7
W4 (0100)	0000 1111 0000 1111	9
W5 (0101)	0101 1010 0101 1010	9
W6 (0110)	0011 1100 0011 1100	7
W7 (0111)	0110 1001 0110 1001	7
W8 (1000)	0000 0000 1111 1111	7
W9 (1001)	0101 0101 1010 1010	11
W10 (1010)	0011 0011 1100 1100	9
W11 (1011)	0110 0110 1001 1001	13
W12 (1100)	0000 1111 1111 0000	11
W13 (1101)	0101 1010 1010 0101	7
W14 (1110)	0011 1100 1100 0011	5
W15 (1111)	0110 1001 1001 0110	9

【0 0 4 9】

この表 2 から分かるように、符号番号=W11が一致ビット数最大(13)なので、符号番号=W11を選択し、“1011”を相関検出結果として出力する。この場合、Walsh符号の符号距離が8であるため、16ビット中3ビットまで誤りが生じても正しく検出できることになる。

実際のIS-95のシステムでは、64ビット長Walsh符号を使用しているため、図3中に示すように、相関検出器163fの入力は64ビット、出力は6ビット( $2^6=64$ ) (つまり、64→6-bit M-Array) となる。この場合、64ビット長Walsh符

号の符号距離は32なので、64ビット中15ビットまで誤りが生じてもしっかり復号できることになる。

#### 【0050】

なお、実際の装置では、誤り訂正復号用の軟判定情報抽出のための処理が付加されることが多い。また、CDMA2000等では上り回線でもパイロットチャネルを用いた同期検波を行なっている。

さて、次に、図1において、切換スイッチ17は、その入力周波数帯切換制御部20Dからの切換制御信号に従って切り換えられることにより、上記の各CDMA受信部16a、16bの各出力（誤り訂正復号器163hの出力）のいずれか一方を分離部18へ出力するものであり、分離部（確認信号抽出部）18は、この切換スイッチ17の出力（受信信号）を受信データと端末2からの制御信号（後述する選択周波数通知信号に対する受信確認信号や切換タイミング指示信号に対する確認信号など）とに分離するものである。なお、端末2からの制御信号は周波数帯切換制御部20D（後述する切換タイミング指示信号生成部）に供給される。

#### 【0051】

##### (A1.3)制御系構成

また、切換スイッチ19は、周波数帯切換制御部20Dからの切換制御信号に従ってその入力周波数帯が切り換えられることにより、各CDMA受信部16a、16bにおいて得られるドップラー周波数 $f_D$ の測定（検出）に有意な情報出力のいずれか一方をドップラー周波数測定部20Aに供給するものであり、ドップラー周波数測定部（速度情報検出部；検出手段）20Aは、切換スイッチ19から入力される受信信号から当該受信信号のドップラー周波数 $f_D$ （端末2の移動速度に関する情報）を測定（検出）するものである。

#### 【0052】

さらに、端末移動速度推定部20Bは、上記のドップラー周波数測定部20Aにより得られたドップラー周波数 $f_D$ に基づいて、当該受信信号を送信した端末2の移動速度を推定するものである。なお、上記のドップラー周波数測定部20A及び端末移動速度推定部20Bは、例えば特開平6-242225号公報等に記載され

た技術を適用して構成することができる。

【 0 0 5 3 】

この場合、上記のドップラー周波数  $f_D$  の測定（検出）に有意な情報としては、A/D変換器 1 6 3 c の出力（直交検波器 1 6 3 a の出力）を用いることができる。他にも、CDMA受信部 1 6 a, 1 6 b においてAGC（Automatic Gain Control）を行なっている場合には、そのゲイン情報を利用することもできるし、M-Array相関検出器 1 6 3 f の出力（相関検出結果）を利用することもでき、ドップラー周波数  $f_D$  の測定精度向上のために、これらの双方を利用することもできる。

【 0 0 5 4 】

また、切換速度しきい値保持部 2 0 C は、切換スイッチ 1 2, 1 7, 1 9 を切り換える際の基準となる端末移動速度についてのしきい値（以下、切換速度しきい値という）を保持するもので、例えば、RAM等によって構成される。なお、この切換速度しきい値は、基地局 1 全体の動作を管理する上位システムから適宜に設定されるようにしてもよい。

【 0 0 5 5 】

そして、周波数帯切換制御部（使用周波数選択制御部；選択制御手段） 2 0 D は、端末移動速度推定部 2 0 B により得られた端末移動速度と上記の切換速度しきい値とを比較し、その比較結果に応じて切換スイッチ 1 2, 1 7, 1 9 を制御して、端末 2 との通信に使用する無線周波数帯（ $f_{R1}$  帯及び  $f_{R2}$  帯）を選択する（切り換える）ものである。

【 0 0 5 6 】

ここで、上記の切換速度しきい値の決定手法について説明する。図 5 は 2 種類の無線周波数帯（ $f_{R1}$  帯及び  $f_{R2}$  帯）がそれぞれ 8 5 0 M H z 帯及び 2 G H z 帯の場合の端末移動速度に対する所要  $E_b/N_0$ （所望の通信品質を満足するために必要な信号対（干渉＋雑音）電力比）の一例を示すグラフで、上記の無線周波数帯毎に、端末移動速度に対するドップラー周波数  $f_D$  を前記の式（3）により計算し、その計算結果を図 1 3 にあてはめて所要  $E_b/N_0$  を求めたものである。なお、この図 5 において、特性 3 1 が 8 5 0 M H z 帯の無線周波数についての所要  $E_b/N$



特性、特性 3 2 が 2 G H z 帯の無線周波数についての所要 $E_b/N_0$ 特性をそれぞれ表している。

【 0 0 5 7 】

そして、この図 5 から分かるように、8 5 0 M H z 帯の無線周波数を使用する場合には、符号 3 1 a で示すポイント（端末移動速度が約 6 0 k m / h）で所要 $E_b/N_0$ が最大（最悪値）となり（増加傾向から減少傾向に転ずる）、2 G H z 帯の無線周波数を使用する場合には、符号 3 2 a で示すポイント（端末移動速度が約 2 5 k m / h）で所要 $E_b/N_0$ が最悪値となる。なお、このような非単調な特性は、前述したように、T P C 及び F E C を併用する C D M A 方式を採用した場合に特有のものである。

【 0 0 5 8 】

そこで、例えば、上記の両所要 $E_b/N_0$ 特性 3 1, 3 2 が満足する所要 $E_b/N_0$ の最大値（約 5 . 8 d B）に相当するポイント（つまり、各特性 3 1, 3 2 の交点）3 3（端末移動速度が約 4 2 . 5 k m / h）を境界（つまり、切換速度しきい値）として使用無線周波数帯を切り換えれば、所要 $E_b/N_0$ の最悪値を改善することができる。

【 0 0 5 9 】

即ち、端末移動速度が 4 2 . 5 k m / h 以下の時は 8 5 0 M H z 帯に属する無線周波数、それを超える場合は 2 G H z 帯に属する無線周波数を基地局 1 との通信に使用する無線周波数として選択する、つまり、端末移動速度が高速であるほど高い周波数帯（2 G H z）の中から使用周波数を選択し、逆に、低速であるほど低い周波数帯（8 5 0 M H z）の中から使用周波数を選択して端末 2 との通信に割り当てるのである。

【 0 0 6 0 】

このようにして、切換速度しきい値を無線周波数帯と端末移動速度に対する所要 $E_b/N_0$ 特性 3 1, 3 2 から決定して、その切換速度しきい値と端末移動速度との比較結果に応じて、使用無線周波数帯を切り換えることにより、所要 $E_b/N_0$ の最悪値を本例では約 5 . 8 d B に改善することができる。

したがって、8 5 0 M H z 帯及び 2 G H z 帯のそれぞれの所要 $E_b/N_0$ の最悪値

が約 6. 1 d B であると仮定すると、その改善量は  $6. 1 - 5. 8 = 0. 3$  d B (チャネル容量改善量に換算して 7. 2 %) 程度となる。なお、端末移動速度によってはこれよりも大きな改善効果が得られ可能性があるので、実際のチャネル容量改善量はこれよりも大きくなると期待される。また、実際の切換速度しきい値や改善効果は、使用する無線周波数や T P C 方式、F E C 方式などによって異なるが、これらが決まればシミュレーション等によって図 5 に相当するグラフを作成することにより、容易に決定することができる。

## 【 0 0 6 1 】

つまり、この場合、周波数帯切換制御部 2 0 D は、上述のごとく端末移動速度が 4 2. 5 k m / h 以下の時は 8 5 0 M H z 帯、それを超える場合は 2 G H z 帯が使用無線周波数帯となるように、各切換スイッチ 1 2, 1 7, 1 9 を制御することになるのである。なお、基地局 1 側でこのように使用無線周波数帯を切り換える場合は、端末 2 側でも使用無線周波数帯を基地局 1 側と同じ無線周波数帯に切り換えなければ通信を継続できない。

## 【 0 0 6 2 】

そこで、基地局 1 と端末 2 との間で使用無線周波数帯の同期をとる必要があるが、本実施形態では、後述するように、例えば、基地局 1 側で選択した (切り換え先の) 無線周波数帯と切換タイミングとを制御信号 (選択周波数通知信号, 切換タイミング指示信号) により端末 2 に通知することで、この同期をとるようになっている。

## 【 0 0 6 3 】

このため、本実施形態の周波数帯切換制御部 2 0 D は、上記の選択周波数通知信号を生成する通知信号生成部及び切換タイミング指示信号を生成する切換タイミング指示信号生成部としての機能も有している。なお、後者の切換タイミング指示信号は、前者の選択周波数通知信号に対する端末 2 からの受信確認信号の受信 (分離部 1 8 で受信信号から分離される) を契機に生成され、前者の選択周波数通知信号と同様に、多重化部 1 1 にて送信データと多重される。

## 【 0 0 6 4 】

(A2) 移動端末構成

次に、本実施形態における端末 2 の構成について詳述する。本実施形態の端末 2 は、その要部に着目すると、図 1 中に示すように、 $f_{R1}$  帯用の CDMA 送受信部 2 3、 $f_{R2}$  帯用の CDMA 送受信部 2 4、切換スイッチ 2 5、制御信号多重分離部 2 6 および切換制御部 2 7 をそなえて構成されている。

## 【 0 0 6 5 】

ここで、 $f_{R1}$  帯用の CDMA 送受信部 2 3 は、 $f_{R1}$  帯の無線周波数帯（例えば、850MHz 帯）の無線信号を用いて基地局 1 と CDMA 方式による無線通信を行なうためのものであり、 $f_{R2}$  帯の無線周波数帯（例えば、2GHz 帯）の無線信号を用いて基地局 1 と CDMA 方式による無線通信を行なうためのものである。つまり、これらの CDMA 送受信部 2 3、2 4 は、基地局 1 が扱う無線周波数帯の種類に対応して、 $M=2$  種類の無線周波数帯（ $f_{R1}$  帯及び  $f_{R2}$  帯）のいずれかを使用して基地局 1 と通信しうる無線通信部としての機能を果たすのである。

## 【 0 0 6 6 】

具体的に、本実施形態の CDMA 送受信部 2 3、2 4 は、例えば図 4 に示すように、ハードウェア的には共通の構成を有しており、受信系 2 8 として、低雑音増幅器（LNA）2 8 1、フィルタ 2 8 2、直交検波器 2 8 3、下り回線用の RF 発振器 2 8 3 a、AD 変換器（ADC）2 8 4、デスクランブラ（乗算器）2 8 5、乗算器 2 8 6、積分器（フィルタ）2 8 7、デインタリーバ 2 8 8 及び FEC 復号器 2 8 9 等をそなえるとともに、送信系 2 9 として、FEC 符号化器 2 9 1、インタリーバ 2 9 2、M-Array 相関符号化器 2 9 3、乗算器 2 9 4、スクランブラ（乗算器）2 9 5、デジタルフィルタ 2 9 6、DA 変換器（DAC）2 9 7、直交変調器 2 9 8、上り回線用の RF 発振器 2 9 8 a、フィルタ 2 9 9 及び高出力増幅器（HPA）3 0 0 等をそなえ、且つ、これらの送信系 2 8 と受信系 2 9 とで共用されるハイブリッド（H）3 0 a 及び送受信アンテナ 3 0 b をそなえて構成されている。

## 【 0 0 6 7 】

そして、上記の受信系 2 8 及び送信系 2 9 における各 RF 発振器 2 8 3 a 及び 2 9 8 a の発振周波数を、CDMA 送受信部 2 3 と CDMA 送受信部 2 4 とで変

えることにより、上記のようにCDMA送受信部23では $f_{R1}$ 帯、CDMA送受信部24では $f_{R2}$ 帯の無線信号により基地局1との双方向無線通信が可能になっている。

## 【0068】

具体的には、基地局1からの受信信号は、送受信アンテナ30b及びハイブリッド30aを通じて受信系28に入力され、LNA281及びフィルタ282にて増幅処理及びフィルタリング処理が施されたのち、直交検波器283にてRF発振器283aからのRF信号（CDMA送受信部23の場合は $f_{R1}$ 帯、CDMA送受信部24の場合は $f_{R2}$ 帯のRF信号）により直交検波が施される。そして、直交検波後の受信信号は、AD変換器284にてデジタル信号に変換されたのち、逆拡散及びチャネル復調処理が施される。

## 【0069】

即ち、AD変換器284の出力は、デスクランブラ285にてスクランブルコード（PN符号）と乗算されてデスクランブル（逆拡散）され、乗算器286にてチャネル化コードと乗算されてチャネル復調処理が施され、積分器287にて積分される。そして、積分後の受信信号は、デインタリーバ288にてデインタリーブされたのち、FEC復号器289にてFEC復号されて切換スイッチ25へ出力される。

## 【0070】

一方、基地局1への送信信号は、送信系29のFEC符号化器291にてFEC符号化され、インタリーバ292にてインタリーブされたのち、前述したようにM-Array符号化器293にてM-Array符号化される。M-Array符号化後の送信信号は、さらに、乗算器294にてチャネル化コード（Channelisation Code）と乗算されてチャネル信号化され、スクランブラ297にてPN符号によるスクランブル（拡散）処理が施されたのち、デジタルフィルタ296にてフィルタリング処理が施され、DA変換器297にてアナログ信号に変換される。

## 【0071】

そして、このアナログ信号は、直交変調器298にてRF発振器298aからのRF信号によりOQPSK（Offset QPSK）等の直交変調が施され、フィルタ

299にてフィルタリング処理が施されたのち、高出力増幅器300にて所要の送信電力に増幅されて、ハイブリッド30a及び送受信アンテナ30bを通じて、基地局1に向けて送信される。

#### 【0072】

次に、図1に示す端末構成において、切換スイッチ25は、切換制御部27からの制御に従って、使用すべきCDMA送受信部23, 24（つまり、使用無線周波数帯）を切り換える（選択する）ためのものであり、制御信号多重／分離部26は、基地局1からの受信信号に含まれる（多重されている）制御信号（選択周波数通知信号、切換タイミング指示信号等）を分離して切換制御部27へ出力する一方、基地局1への制御信号（選択周波数通知信号に対する受信確認信号、切換タイミング指示信号に対する確認信号等）を基地局1への送信信号に多重する機能を有するものである。

#### 【0073】

つまり、この制御信号多重／分離部26は、下記①～③に示す機能を兼用していることになる。

①基地局1において自己の端末移動速度と上記の切換速度しきい値との比較結果に応じて選択された無線周波数帯を通知する選択周波数通知信号を、無線通信部を構成するCDMA送受信部23, 24から受信する選択周波数通知信号受信部としての機能。

#### 【0074】

②上記の選択周波数通知信号に対する確認信号を基地局1に送信する確認信号送信部としての機能。

③上記の確認信号に対する応答としての切換タイミング指示信号を基地局1から受信する切換タイミング指示信号受信部としての機能。

そして、切換制御部（使用周波数選択制御部；選択制御手段）27は、上記の制御信号多重／分離部26にて受信信号から分離された基地局1からの制御信号（選択周波数通知信号、切換タイミング指示信号）に従って切換スイッチ25を制御することにより、基地局1との通信に使用する無線周波数帯を切り換える（選択する）ためのものである。

## 【 0 0 7 5 】

なお、図 1 では、2 つの無線周波数帯  $f_{R1}$ 、 $f_{R2}$  のそれぞれについて専用の CDMA 送信部 1 3 a、1 3 b や CDMA 受信部 1 6 a、1 6 b、CDMA 送受信部 2 3、2 4 をもつ構成になっているが、周波数帯  $f_{R1}$ 、 $f_{R2}$  毎に設ける必要のある部品や回路（例えば、発振器やシンセサイザ、フィルタ等）のみを各周波数帯  $f_{R1}$ 、 $f_{R2}$  毎にもたせ、それ以外の部品や回路は共用化することにより、装置の小型化を図るようにしてもよい。

## 【 0 0 7 6 】

## (A3) 動作説明

以下、上述のごとく構成された本実施形態の CDMA 通信システムの動作について、図 6 を参照しながら詳述する。

図 6 に示すように、まず、基地局 1 では、ドップラー周波数測定部 2 0 A にて受信信号に基づいてドップラー周波数  $f_D$  が測定され、そのドップラー周波数  $f_D$  を基に、端末移動速度推定部 2 0 B にて端末 2 の移動速度が求められる（ステップ S 1）。なお、このときの基地局 1 と端末 2 との通信には、 $f_{R1}$  帯及び  $f_{R2}$  帯のいずれが使用されていてもよいが、初期状態では、周波数の低い方の周波数帯（本実施形態では、 $f_{R1}$  帯）を使用する方が望ましい。

## 【 0 0 7 7 】

さて、基地局 1 では、周波数帯切換制御部 2 0 D が、所定の周期で、端末移動速度推定部 2 0 B にて求められた端末移動速度と、切換速度しきい値（前述した例の場合、4 2 . 5 k m / h）とを比較し、例えば、端末移動速度の方が切換速度しきい値以上であれば使用無線周波数帯として  $f_{R2}$  帯（例えば、2 G H z 帯）を選択し、端末移動速度の方が切換速度しきい値よりも小さければ使用無線周波数帯として  $f_{R1}$  帯（例えば、8 5 0 M H z）を選択する（ステップ S 2）。なお、選択前後の無線周波数帯がそれぞれ同じ場合には、結果的に、それまでに使用していた無線周波数帯の選択が維持されることになる。

## 【 0 0 7 8 】

そして、周波数帯切換制御部 2 0 D は、選択した周波数帯  $f_{R1}$  又は  $f_{R2}$  に空きチャンネルが存在するか否かを確認し、空きチャンネルが存在すれば、選択した周波

数帯  $f_{R1}$  又は  $f_{R2}$  を制御信号（選択周波数通知信号）により端末 2 へ通知する。  
 なお、空きチャネルが無い場合は、現在使用中の周波数帯  $f_{R1}$  又は  $f_{R2}$  を引き続き使用する（ステップ S 3, S 4）。この場合、選択周波数通知信号による選択周波数の端末 2 への通知は行なっても行なわなくてもよい。

## 【 0 0 7 9 】

一方、端末 2 では、基地局 1 からの選択周波数通知信号を受信すると、切換制御部 2 7 が、受信確認信号を生成して基地局 1 へ返信する（ステップ S 5）。基地局 1 は、この受信確認信号を受信すると、切換タイミング指示信号により使用無線周波数帯の切換タイミングを端末 2 に指示する（ステップ S 6）。この切換タイミング指示信号を受けた端末 2 は、切換制御部 2 7 によって確認信号を生成して基地局 1 に返信する（ステップ S 7）。

## 【 0 0 8 0 】

その後、基地局 1 及び端末 2 は、お互いに上記の切換タイミング指示信号によって規定されるタイミングが到来するまで待ち合わせを行なって、同時期にそれぞれの使用無線周波数帯を選択した無線周波数帯に切り換える（ステップ S 8, S 9）。なお、切り換え前後の無線周波数帯が同じ場合には、結果的に、それまでに使用していた無線周波数帯が維持されることになる。また、切換タイミングの同期は、他の手法によって確立してもよい。

## 【 0 0 8 1 】

以上のようにして、CDMA 通信システムでのドップラー周波数  $f_D$  に対する通信品質特性（周波数依存性）を利用して、基地局 1 及び端末 2 での使用無線周波数帯を、端末移動速度に応じて最適な周波数帯に切り換えることで、図 5 により前述したように、ドップラー周波数  $f_D$  と伝送品質劣化との関係が非単調な CDMA 通信システムにおける所要  $E_b/N_0$  の最悪値を改善することができ、これにより、通信品質を改善するとともに、チャネル容量を増大させることができる。

## 【 0 0 8 2 】

## (B) 第 1 変形例

CDMA 通信システムなどの移動体通信システムの無線伝搬環境では、建物等でのシャドウイング等による電波伝搬損失の変動（短区間中央値変動）が発生

する（例えば、前記の参考文献3参照）。この短区間中央値変動は、対数正規変動であるため、他セルからの干渉波の短区間中央値変動標準偏差（ $\sigma_{stm}$ ）が大きいほど他セル干渉比（ $f_o$ ）が増大しチャネル容量が減少する（例えば、下記の参考文献4，5参照）。

・参考文献4：A.J.Viterbi and A.M.Viterbi, "Other-Cell Interference in Cellular Power-Controlled CDMA", IEEE Trans. on Commun., Vol.COM-42, No.2/3/4, pp.1501-1504, (1994).

・参考文献5：A.J.Viterbi, et al., "Soft Handoff Extends CDMA Cell Coverage and Increases Reverse Link Capacity", IEEE J, Selected Areas in Commun., 12(8), pp.1281-1288.

また、短区間中央値変動標準偏差（ $\sigma_{stm}$ ）は、無線周波数が高いほど大きくなるため、無線周波数が高いほど他セル干渉比  $f_o$  が大きくなることになる。前記の式（2）に示したように、チャネル容量は、 $E_b/N_o_{th} \times (f_s + f_o)$  に反比例するため、無線周波数帯の違いによる他セル干渉比  $f_o$  の違いを考慮することで、チャネル容量改善効果をさらに大きくすることができる。

#### 【0083】

例えば、850MHz帯及び2GHz帯での短区間中央値変動標準偏差（ $\sigma_{stm}$ ）をそれぞれ6dB及び8dBとし（前記の参考文献3参照）、計算機シミュレーションにより下り回線（forward link）の他セル干渉比  $f_o$  を求めた結果を次表3に示す。ただし、計算条件は、距離減衰指数=3.5，シャドウウィング相関=0.5，ソフトハンドオフ率=100%，場所率=90%としている。また、下り回線についてであるため、自セル干渉比  $f_s$  は1としている。

#### 【0084】

なお、「距離減衰指数」とは、無線電波の電力が伝搬距離によってどの程度減衰するかを表す指標であり、距離減衰指数=3.5とは-3.5乗のオーダーで無線電波電力が減衰することを意味する。また、「シャドウウィング相関」とは、無線電波のシャドウウィングによる干渉の相関性を意味し、この相関値が大きいほど、無線電波電力の増減がシャドウウィングの干渉によるところが大きく、この相関値が小さいほど、無線電波電力の増減がシャドウウィングの干渉にはあま



り関係無いことを意味する。さらに、「ソフトハンドオフ率」とは、どのくらいの端末2がソフトハンドオフを行なっているかを表し、例えば、ソフトハンドオフのために使用されるリンク（チャネル）数＝2で、これらのリンクを1台の端末2が使用している場合に、ソフトハンドオフ率＝100%となる。また、「場所率」とは、セル内で端末2が実際に通信可能な場所の割合を表す。

【0085】

【表3】

$\sigma_{stm}$  に対する  $f_o$  シミュレーション結果

$\sigma_{stm}$	$f_o$
6 dB	0.88
8 dB	1.26

【0086】

上記の結果を基にした、端末移動速度に対する  $E_b/N_{o\_th} \times (f_s + f_o)$  の計算結果を図7に示す。この図7に示すように、他セル干渉比  $f_o$  の変化を考慮した場合、端末移動速度60～80 km/hを切換速度しきい値として、上述した実施形態と同様にして850 MHz ( $f_{R1}$  帯) と2 GHz 帯 ( $f_{R2}$  帯) とを切り換えることにより、最悪値に対して約0.7 dB (チャネル容量換算で約17.5%) の改善が期待できる。

【0087】

このように、切換速度しきい値を、無線周波数帯と端末移動速度に対する「 $E_b/N_{o\_th}$ と干渉電力情報 ( $f_s + f_o$ ) との積」の特性から決定することにより、無線周波数帯による他セル干渉比  $f_o$  の変化が考慮されるので、さらなる通信品質及びチャネル容量改善効果を得ることができる。

なお、基地局1及び端末2の構成および動作は上述した実施形態と同様であり、切換速度しきい値を、上述のごとく図7に示す端末移動速度に対する  $E_b/N_{o\_th} \times (f_s + f_o)$  を基に決定する点が上述した実施形態と異なる。

## 【0088】

また、上記の例では、無線周波数帯に対する短区間中央値変動標準偏差を用いて干渉電力情報 ( $f_s + f_o$ ) を計算したが、無線周波数帯に対する距離減衰指数等の他の電波伝搬パラメータ (例えば、参考文献3 参照) の変化も加えて無線周波数帯毎の干渉電力情報 ( $f_o + f_o$ ) を計算して、改善効果をさらに大きくすることも可能である。

## 【0089】

## (C) 第2変形例

短区間中央値変動標準偏差やマルチパス干渉は、システムの運用環境や基地局設置条件等によって変化するため、自 (同一) セル内干渉比  $f_s$  や他セル干渉比  $f_o$  の値もシステムの運用環境や基地局設置条件あるいは呼量の時間変動により変動する場合がある。

## 【0090】

本変形例ではこのような ( $f_s + f_o$ ) の変動に対処することを考える。前記の式 (2) を変形すると、次式 (4) が得られる。

## 【0091】

## 【数3】

$$(f_s + f_o) \doteq K \times \frac{p_g}{E_b/N_o \times N} \quad \dots (4)$$

## 【0092】

ただし、 $N$  は収容されているチャネル数 (ch/sector/RF)、 $p_g$  は処理利得、 $E_b/N_o$  は実際の  $E_b/N_o$ 、 $K$  はその他のパラメータの影響を表す係数である。ここで、 $K$  と  $p_g$  はシステムの運用環境等が決まれば決定される値であるため、収容されているチャネル数  $N$  と実際の信号品質  $E_b/N_o$  が分かれば ( $f_s + f_o$ ) を知ることができることになる。

## 【0093】

そして、チャネル数  $N$  は一般に課金等のために常時モニタされている量であり、 $E_b/N_o$  は受信データの誤り率や受信電力を測定することで容易に求めることが

できる。そこで、予めシステムの運用環境や基地局設置条件に対するチャンネル数  $N$  と  $E_b/N_0$  とを計測して  $(f_s + f_o)$  を計算しておき、その値を用いて図 7 に相当するグラフを作成することにより、実際のシステム運用条件での最適な切換速度しきい値を決定することができる。

## 【0094】

図 8 にこの場合の基地局 1 A の構成を示す。なお、端末 2 の構成は図 1 及び図 4 に示すものと同様である。この図 8 に示すように、本変形例における基地局 1 A は、図 1 に示すものに比して、制御系 20 に、加入者モニタ部 20E-1、 $E_b/N_0$  推定部 20E-2、 $(f_s + f_o)$  計算部 20E-3、切換速度しきい値決定部 20E-4 及び切換速度情報更新制御部 20E-5 を有する切換速度しきい値演算処理部 20E がそなえられている点が異なる。なお、他の構成要素は特に断らない限り、図 1 に示すものと同様の機能を有するものとする。

## 【0095】

ここで、上記の加入者モニタ部 20E-1 は、現在通信中のチャンネル数（加入者数） $N$  をモニタするもので、例えば、上述したように課金等のためのチャンネル監視機能を利用して実現することができる。また、 $E_b/N_0$  推定部 20E-2 は、受信信号の誤り率情報と、CDMA 受信部 16a 及び 16b で受信される各無線周波数帯（ $f_{R1}$  帯、 $f_{R2}$  帯）の受信信号についての受信電力情報とに基づいて、無線周波数帯毎の実際の  $E_b/N_0$  を推定するものである。

## 【0096】

さらに、 $(f_s + f_o)$  計算部（干渉電力比情報計算部）20E-3 は、加入者モニタ部 20E-1 でモニタされたチャンネル数  $N$  と、 $E_b/N_0$  推定部 20E-2 により得られた  $E_b/N_0$  の実測値とを基に上記の式（4）による計算を無線周波数帯のそれぞれについて行なって、無線周波数帯毎の干渉電力比情報（ $f_s + f_o$ ）を計算するものであり、切換速度しきい値決定部 20E-4 は、この  $(f_s + f_o)$  計算部 20E-3 の計算結果（ $f_s + f_o$ ）から、図 7 に相当するグラフを作成することにより、実際のシステム運用条件での最適な切換速度しきい値を決定するものである。

## 【0097】

なお、切換速度情報更新制御部 2 0 E - 5 は、 $(f_s + f_o)$  計算部 2 0 E - 3 に対して起動トリガを所定周期で与えることにより、上記の  $f_s + f_o$  の計算を所定周期で行なわせるためのものである。

このような基地局構成により、本変形例のシステムでは、たとえ自（同一）セル内干渉比  $f_s$  や他セル干渉比  $f_o$  の値がシステム運用環境や基地局設置条件あるいは呼量の時間変動等により変動したとしても、その変動に追従して最適な切換速度しきい値が再計算されるので、実際のシステム運用環境や基地局設置条件あるいは呼量の時間変動等を考慮した適切な周波数帯切り換えが実現される。従って、より大きな通信品質改善効果及びチャネル容量増大効果が期待できる。

【 0 0 9 8 】

#### (D) 第 3 変形例

上述した実施形態及び各変形例では、1 つの切換速度しきい値（以下、単に「しきい値」ともいう）で使用無線周波数帯を切り換えるため、端末移動速度に偏りがあると、一方の無線周波数帯（ $f_{R1}$  帯、 $f_{R2}$  帯）が選択されることが多くなるという現象が発生する可能性がある。そこで、本変形例では、複数のしきい値を用意して、特定周波数帯に呼が集中することを緩和することについて検討する。

【 0 0 9 9 】

図 9 に第 3 変形例に係る基地局 1 B の構成を示す。なお、端末 2 の構成は本第 3 変形例においても図 1 及び図 4 に示すものと同様である。この図 9 に示すように、本変形例の基地局 1 B は、図 1 に示す基地局 1 に比して、周波数帯切換制御部 2 0 D の代わりに、複数（ $2 \times M - 1$  個）のしきい値を受ける周波数帯切換制御部 2 0 F が設けられている点が異なる。

【 0 1 0 0 】

ここで、上記のしきい値は、 $M = 2$  の場合、即ち、2 つの周波数帯  $f_{R1}$ 、 $f_{R2}$  ( $f_{R1} < f_{R2}$ ) を用意した場合には、図 1 0 に示すように、 $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  の 3 種類のしきい値が設定され、 $V_1$  は前述した実施形態及び変形例 1 において  $E_b/N_{o\_th}$  が最悪値をとる端末移動速度、 $V_2$  は  $f_{R2}$  帯を使用した場合に  $E_b/N_{o\_th}$  が端末移動速度  $V_1$  の時と同じ値となる端末移動速度、 $V_3$  は  $f_{R1}$  帯を使用した場

合に $E_b/N_{o\_th}$ が端末移動速度 $V_2$ の時と同じ値となる端末移動速度である。

【0101】

そして、この場合、周波数帯切換制御部20Fは、端末移動速度を $V_M$ としたとき、 $V_M \leq V_1$ の場合に $f_{R1}$ 帯又は $f_{R2}$ 帯を使用（ $f_{R1}$ を優先的に使用）し、 $V_1 < V_M \leq V_2$ の場合に $f_{R1}$ 帯を使用し、 $V_2 < V_M \leq V_3$ の場合に $f_{R2}$ 帯を使用し、 $V_3 < V_M$ の場合に $f_{R2}$ 帯又は $f_{R1}$ 帯を使用（ $f_{R2}$ 帯を優先的に使用）するよう、切換スイッチ12, 17, 19を制御する。

【0102】

つまり、本周波数帯切換制御部20Fは、端末移動速度推定部20Aで検出された端末移動速度と、 $(2 \times M - 1)$ 個のしきい値とを比較して、端末移動速度がどのしきい値の範囲に入っているかを判別する判別部としての機能をそなえ、この判別部による判別結果と、上記の各しきい値により規定される複数の端末速度範囲のそれぞれについてどの無線周波数帯を使用すべきかを定めた優先順位情報とに基づいて、無線周波数帯の選択を行なうのである。

【0103】

なお、この場合の基地局1Bと端末2との間の使用無線周波数帯切換シーケンスは図12に示すようになる。即ち、基地局1Bでは、ドップラー周波数測定部20Aにて受信信号に基づいてドップラー周波数 $f_D$ が測定され、そのドップラー周波数 $f_D$ を基に、端末移動速度推定部20Bにて端末2の移動速度が求められる（ステップS1）。なお、このときの基地局1と端末2との通信には、 $f_{R1}$ 帯及び $f_{R2}$ 帯のいずれが使用されていてもよいが、初期状態では、周波数の低い方の周波数帯（本実施形態では、 $f_{R1}$ 帯）を使用する方が望ましい。

【0104】

さて、基地局1では、周波数帯切換制御部20Fが、所定の周期で、端末移動速度推定部20Bにて求められた端末移動速度と、しきい値とを比較し、図10により上述した条件（ $V_M$ がどのしきい値 $V_1 \sim V_3$ の範囲に入っているか）に基づき、使用無線周波数帯を選択する。この際、選択可能な無線周波数帯が複数存在する場合は、優先順位の高い方を選択する（ステップS2'）。なお、この場合も、選択前後の無線周波数帯がそれぞれ同じ場合には、結果的に、それまで

に使用していた無線周波数帯の選択が維持されることになる。

#### 【 0 1 0 5 】

そして、周波数帯切換制御部 2 0 F は、選択した周波数帯に空きチャンネルが存在するか否かを確認し、空きチャンネルが存在すれば、選択した周波数帯を制御信号（選択周波数通知信号）により端末 2 へ通知する。空きチャンネルが存在しなければ、優先順位の低い方の周波数帯を選択し、同様に、空きチャンネルの存在を確認してから、選択した周波数帯を選択周波数通知信号により端末 2 へ通知する。なお、選択可能などの周波数帯にも空きチャンネルが無い場合は、現在使用中の周波数帯を引き続き使用する（ステップ S 3' , ステップ S 4）。この場合、現在使用中の周波数帯を選択周波数通知信号により新たに端末 2 に通知してもよいし、この通知は行なわないようにしてもよい。

#### 【 0 1 0 6 】

以降は、図 6 の場合と同様に、基地局 1 と端末 2 との間で受信確認信号、切換タイミング指示信号、確認信号が送受され、お互いに切換タイミング指示信号によって規定されるタイミングが到来するまで待ち合わせを行なって、同時期にそれぞれの使用無線周波数帯が選択した無線周波数帯に切り換えられる（ステップ S 5 ~ S 9）。なお、この場合も、切り換え前後の無線周波数帯が同じ場合には、結果的に、それまでに使用していた無線周波数帯が維持されることになる。また、切換タイミングの同期は、他の手法によって確立してもよい。

#### 【 0 1 0 7 】

以上のように、複数のしきい値を用い、端末移動速度がどのしきい値の範囲に入っているかに応じて使用無線周波数帯の選択および優先順位付けを行なうことにより、前記の実施形態と同様に  $E_b/N_o_{th}$  の最悪値を劣化させることなく、特定の周波数帯に呼が集中することを緩和することができる。

なお、 $M = 3$  の場合、即ち、3 つの周波数帯  $f_{R1}$  ,  $f_{R2}$  ,  $f_{R3}$  を用意する場合は、例えば図 1 1 に示すように、 $V_1 \sim V_5$  の 5 種類のしきい値を設定し、 $V_M \leq V_1$  の場合に  $f_{R1}$  帯又は  $f_{R2}$  帯又は  $f_{R3}$  を使用（ $f_{R1}$  帯、 $f_{R2}$  帯の順に優先的に使用）し、 $V_1 < V_M \leq V_2$  の場合に  $f_{R1}$  帯又は  $f_{R2}$  帯を使用（ $f_{R1}$  を優先的に使用）し、 $V_2 < V_M \leq V_3$  の場合に  $f_{R1}$  帯を使用し、 $V_3 < V_M \leq V_4$  の場合

に  $f_{R3}$  帯を使用し、 $V_4 < V_M \leq V_5$  の場合に  $f_{R3}$  帯又は  $f_{R2}$  帯を使用 ( $f_{R3}$  帯を優先的に使用) し、 $V_5 < V_M$  の場合に  $f_{R1}$  帯又は  $f_{R2}$  帯又は  $f_{R3}$  帯を使用 ( $f_{R3}$  帯、 $f_{R2}$  帯の順に優先的に使用) するようにすればよい。 $M > 3$  の場合も同様である。

## 【0108】

また、本変形例のようにしきい値を複数用意する場合においても、第1変形例及び第2変形例と同様に、各しきい値をそれぞれ図7により前述したように端末移動速度に対する  $E_b/N_{0\_th} \times (f_s + f_o)$  を基に決定したり、無線周波数帯に対する距離減衰指数等の他の電波伝搬パラメータ (例えば、参考文献3参照) の変化も加えて他セル干渉比  $f_o$  を計算したり、自セル内干渉比  $f_s$  や他セル干渉比  $f_o$  の値がシステム運用環境や基地局設置条件あるいは呼量の時間変動等の変動に応じて逐次更新したりすることも可能である。いずれの場合も、特定の周波数帯に呼が集中することを防ぎながら、より大きな通信品質及びチャネル容量の改善効果が期待できる。

## 【0109】

## (E) その他

なお、上述した実施形態及び各変形例では、いずれも、端末移動速度に関する情報として、ドップラー周波数  $f_D$  から端末移動速度そのものを検出しているが、例えば、ドップラー周波数  $f_D$  (フェージングピッチ (周期) 情報) そのものを用い、その情報についてのしきい値を設定することでも、同様の作用効果が得られることはいうまでもない。

## 【0110】

また、上述した実施形態及び各変形例では、いずれも、基地局1において、端末2からの受信信号 (上り回線の信号) に基づいて端末2での下り信号の受信状態 (端末移動速度又はフェージング周期) を推定して、使用周波数帯の切り換えを行なう場合であるが、例えば、端末2での実際の受信状態 (端末移動速度又はフェージング周期) を端末2から基地局1に通知すること等によって、基地局1側で、端末2が受信する下り受信信号におけるフェージング周期又は端末移動速度の速い/遅いを判定して、上記の周波数切り換えを行なうようにしてもよい。

## 【 0 1 1 1 】

さらに、上述した実施形態及び各変形例では、切換速度しきい値を各無線周波数帯の所要 $E_b/N_0$ 特性の交点に対応する速度に設定しているが、例えば図 5 において、850MHz 帯の所要 $E_b/N_0$ 特性 31 について前記傾向が転ずる速度以下であれば、少なくとも 2GHz 帯に属する周波数を使用周波数として選択し、2GHz 帯の所要 $E_b/N_0$ 特性 32 について前記傾向が転ずる速度以上であれば、850MHz 帯に属する周波数を使用周波数として選択するようにしてもよい。

## 【 0 1 1 2 】

そして、本発明は、上述した実施形態及び各変形例に限定されず、上記以外にも、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

## (F) 付記

(付記 1) 無線基地局と、該無線基地局と特定の無線周波数帯を使用して通信しうる移動端末とをそなえた移動体通信システムであって、

該移動端末からの受信信号に基づいて該移動端末の移動速度（以下、端末移動速度という）に関する情報（以下、速度情報という）を検出する検出手段と、

該検出手段で検出された速度情報が、高速であるほど高い無線周波数帯域の中から使用周波数を選択し、低速であるほど低い無線周波数帯域の中から使用周波数を選択し、選択した使用周波数を該移動端末に割り当てる選択制御手段とをそなえたことを特徴とする、移動体通信システム。

## 【 0 1 1 3 】

(付記 2) 移動端末と特定の無線周波数帯を使用して通信しうる無線基地局であって、

M 種類（M は 2 以上の整数）の無線周波数帯のいずれかを使用して該移動端末と通信しうる無線通信部と、

該無線通信部で受信される該移動端末からの受信信号から該移動端末の移動速度に関する情報を検出する速度情報検出部と、

該速度情報検出部で検出された速度情報が、高速であるほど高い無線周波数帯域の中から使用周波数を選択し、低速であるほど低い無線周波数帯域の中から使用周波数を選択し、選択した使用周波数を該移動端末に割り当てる使用周波数選



択制御部とをそなえたことを特徴とする、無線基地局。

【 0 1 1 4 】

(付記 3) 上記の高速及び低速の境界となる該速度情報についてのしきい値情報が、該移動端末との通信に対する干渉電力情報を加味して求められることを特徴とする、付記 2 記載の無線基地局。

(付記 4) 該干渉電力情報が、上記の各無線周波数帯のそれぞれについての信号伝送特性に基づいて求められることを特徴とする、付記 3 記載の無線基地局。

【 0 1 1 5 】

(付記 5) 該使用周波数選択制御部が、

現在通信中の移動端末数に関する情報をモニタするモニタ部と、

該無線通信部で該移動端末から受信される信号に基づいて受信信号対雑音電力比の実測値を求める受信信号対雑音電力比推定部と、

該モニタ部でモニタされた移動端末数に関する情報と該受信信号対雑音電力の実測値とに基づいて該干渉電力情報を計算する干渉電力比情報計算部とをそなえたことを特徴とする、付記 3 又は付記 4 に記載の無線基地局。

【 0 1 1 6 】

(付記 6) 該使用周波数選択制御部が、

選択した無線周波数を該移動端末に通知するための選択周波数通知信号を生成する通知信号生成部と、

該選択周波数通知信号に対する確認信号を該移動端末から受けると、上記の選択した無線周波数への切換タイミングを該移動端末へ指示するための切換タイミング指示信号を生成する切換タイミング指示信号生成部とをそなえるとともに、

該無線通信部が、

該通知信号生成部で生成された該選択周波数通知信号又は該切換タイミング指示信号生成部で生成された該切換タイミング指示信号を該移動端末への送信信号に付加する制御信号付加部と、

該移動端末からの受信信号から該確認信号を抽出して該使用周波数選択制御部の該切換タイミング指示信号生成部へ送信する確認信号抽出部とをそなえている

ことを特徴とする、付記 2～5 のいずれか 1 項に記載の無線基地局。

【0117】

（付記 7） 該使用周波数選択制御部が、

該速度情報検出部で検出された速度情報と、該速度情報についての（ $2 \times M - 1$ ）個のしきい値情報とを比較して、該速度情報がどのしきい値情報の範囲に入っているかを判別する判別部をそなえ、

該判別部による判別結果と、上記の各しきい値情報により規定される複数の端末速度範囲のそれぞれについてどの無線周波数帯を使用すべきかを定めた優先順位情報とに基づいて、該無線周波数の選択を行なうように構成されたことを特徴とする、付記 2～6 のいずれか 1 項に記載の無線基地局。

【0118】

（付記 8） 移動端末における受信信号の所要信号対雑音電力比が該移動端末の移動速度に応じて増加傾向から減少傾向に転ずる特性を有する通信形式を採用する無線基地局であって、

第 1 の周波数帯に属する周波数、該第 1 の周波数帯よりも周波数の高い第 2 の周波数帯に属する周波数のいずれをも使用して該移動端末と通信可能な無線通信部と、

該移動端末から受信される信号から該移動端末の移動速度に関する情報（以下、速度情報という）を検出する速度情報検出部と、

該速度情報検出部で検出された速度情報が、該第 1 の周波数帯域の前記特性について前記傾向が転ずる速度情報以下であれば、少なくとも該第 2 の周波数帯域に属する周波数を該無線通信部での使用周波数として選択し、該第 2 の周波数帯域の前記特性について前記傾向が転ずる速度情報以上であれば、該第 1 の周波数帯域に属する周波数を該無線通信部での使用周波数として選択する使用周波数選択制御部とをそなえたことを特徴とする、無線基地局。

【0119】

（付記 9） 第 1 の周波数帯に属する周波数、該第 1 の周波数帯よりも周波数の高い第 2 の周波数帯に属する周波数のいずれの周波数についても移動端末との間の上り下りの通信用として利用可能な無線装置において、

送信データを誤り訂正符号化及びインタリーブして得られた信号を無線信号に変換して下りの通信用として該移動端末に送信する送信手段と、

該移動端末からの受信信号に基づいて、該下りの通信用の無線信号についての送信電力制御を行なう送信電力制御手段と、

該移動端末からの受信信号のフェージング周期又は該移動端末の移動速度が速いと判定した場合には、該第 2 の周波数帯に属する周波数を該移動端末との通信に用い、該フェージング周期又は該移動端末の移動速度が遅いと判定した場合には、該第 1 の周波数帯に属する周波数を該移動端末との通信に用いる選択制御手段とをそなえたことを特徴とする、無線装置。

【 0 1 2 0 】

(付記 1 0) 第 1 の周波数帯に属する周波数、該第 1 の周波数帯よりも周波数の高い第 2 の周波数帯に属する周波数のいずれの周波数についても移動端末との間の上り下りの通信用として利用可能な無線装置において、

送信データを符号化及びインタリーブして得られた信号を無線信号に変換して下りの通信用として移動端末に送信する送信手段と、

該移動端末からの受信信号に基づいて、該下りの通信用の無線信号についての送信電力制御を行なう送信電力制御手段と、

該移動端末からの受信信号に基づいて、該移動端末が受信する下り受信信号におけるフェージング周期又は該移動端末の移動速度が速いと判定した場合には、該第 2 の周波数帯に属する周波数を該移動端末との通信に用い、該フェージング周期又は該移動端末の移動速度が遅いと判定した場合には、該第 1 の周波数帯に属する周波数を該移動端末との通信に用いる選択制御手段とをそなえたことを特徴とする、無線装置。

【 0 1 2 1 】

(付記 1 1) 無線基地局と特定の無線周波数帯を使用して通信しうる移動端末であって、

M 種類 (M は 2 以上の整数) の無線周波数帯のいずれかを使用して該無線基地局と通信しうる無線通信部と、

該無線基地局において、自己の速度情報が、高速であるほど高い無線周波数帯

域の中から選択され、低速であるほど低い無線周波数帯域の中から選択された使用周波数を通知する選択周波数通知信号を、該無線通信部から受信する選択周波数通知信号受信部と、

該選択周波数通知信号受信部で受信された該選択周波数通知信号に従って、上記の各無線周波数帯の中から該無線通信部で使用するべき無線周波数を選択する使用周波数選択制御部とをそなえたことを特徴とする、移動端末。

【 0 1 2 2 】

(付記 1 2) 該選択周波数通知信号に対する確認信号を該無線基地局に送信する確認信号送信部と、

該確認信号に対する応答としての切換タイミング指示信号を該無線基地局から受信する切換タイミング指示信号受信部とをそなえ、

該使用周波数選択制御部が、

該切換タイミング指示信号受信部で受信された該切換タイミング指示信号で規定されるタイミングで該選択周波数通知信号により通知された無線周波数への切り換えを実行するように構成されたことを特徴とする、付記 1 1 記載の移動端末。

【 0 1 2 3 】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、次のような利点ないし効果が得られる。

(1)無線基地局（無線装置）と移動端末との間の通信に使用する（割り当てる）無線周波数として、移動端末の移動速度に関する情報（以下、速度情報という）が、高速であるほど高い無線周波数帯域の中から使用周波数を選択し、低速であるほど低い無線周波数帯域の中から使用周波数を選択するので、ドップラー周波数と伝送品質劣化との関係が非単調な（移動端末における受信信号の所要信号対雑音電力比がその移動端末の移動速度に応じて増加傾向から減少傾向に転ずる特性を有する通信形式を採用する）移動体通信システムにおける所要信号対雑音電力比の最悪値を改善することができ、これにより、通信品質を改善するとともに、チャネル容量を増大させることができる。

## 【 0 1 2 4 】

(2)ここで、上記の高速及び低速の基準（境界）となる速度情報についてのしきい値情報を、移動端末との通信に対する干渉電力情報を加味して求めれば、実際の通信環境に則したしきい値情報が得られるので、さらなる通信品質及びチャネル容量改善効果を得ることができる。

(3)また、上記の干渉電力情報を、複数の無線周波数帯のそれぞれについての信号伝送特性に基づいて求めれば、電波伝搬損失の変動等を考慮して上記しきい値情報を求めることができるので、さらなる所要信号対雑音電力比の最悪値の改善によるチャネル容量改善効果が期待できる。

## 【 0 1 2 5 】

(4)さらに、現在通信中の移動端末数に関する情報と受信信号対雑音電力の実測値とに基づいて上記の干渉電力情報を計算するようにすれば、たとえ干渉電力情報がシステム運用環境や基地局設置条件あるいは呼量の時間変動等により変動したとしても、その変動に追従して最適なしきい値情報が再計算されるので、実際のシステム運用環境や基地局設置条件あるいは呼量の時間変動等を考慮した適切な周波数切り換えが実現される。従って、より大きな通信品質改善効果及びチャネル容量増大効果が期待できる。

## 【 0 1 2 6 】

(5)また、上記のしきい値情報を  $(2 \times M - 1)$  個用意し、移動端末の速度情報がどのしきい値情報の範囲に入っているかという情報と、各しきい値情報により規定される複数の端末速度範囲のそれぞれについてどの無線周波数帯を使用すべきかを定めた優先順位情報とに基づいて、使用無線周波数の選択を行なえば、所要の信号対雑音電力比の最悪値を劣化させることなく、特定の無線周波数帯に呼が集中することを緩和することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の一実施形態としてのCDMA通信システム（移動体通信システム）の構成を示すブロック図である。

## 【図 2】

図 1 に示す無線基地局装置における C D M A 送信部の要部詳細構成を示すブロック図である。

【図 3】

図 1 に示す無線基地局装置における C D M A 受信部の要部詳細構成を示すブロック図である。

【図 4】

図 1 に示す移動端末装置における C D M A 送受信部の要部詳細構成を示すブロック図である。

【図 5】

本実施形態に係る端末移動速度に対する所要  $E_b/N_0$  特性例を示すグラフである。

【図 6】

図 1 に示す C D M A 通信システムの動作を説明するためのシーケンス図である

【図 7】

本実施形態の第 1 変形例に係る端末移動速度に対する「 $E_b/N_0_{th}$  と干渉電力情報 ( $f_s + f_o$ ) との積」の特性例を示すグラフである。

【図 8】

本実施形態の第 2 変形例に係る無線基地局装置の構成を示すブロック図である。

【図 9】

本実施形態の第 3 変形例に係る無線基地局装置の構成を示すブロック図である。

【図 1 0】

図 9 に示す無線基地局装置における複数の切換速度しきい値の設定手法 ( $M = 2$  の場合) を説明するための図である。

【図 1 1】

図 9 に示す無線基地局装置における複数の切換速度しきい値の設定手法 ( $M = 3$  の場合) を説明するための図である。

【図 1 2】

第 3 変形例に係る CDMA 通信システムの動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 1 3】

CDMA 通信システムにおけるフェージング周波数に対する所要  $E_b/N_0$  特性例を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 無線基地局装置
- 2 移動端末装置
- 1 1 多重化部（制御信号付加部）
- 1 2, 1 7, 1 9, 2 5 切換スイッチ
- 1 3 a, 1 3 b CDMA 送信部（無線通信部）
- 1 4 a, 1 4 b, 3 0 a ハイブリッド（H）（無線通信部）
- 1 5 a, 1 5 b, 2 1, 2 2, 3 0 b 送受信アンテナ（無線通信部）
- 1 6 a, 1 6 b CDMA 受信部（無線通信部）
- 1 8 分離部（確認信号抽出部）
- 2 0 制御系
- 2 0 A ドップラー周波数測定部（速度情報検出部；検出手段）
- 2 0 B 端末移動速度推定部
- 2 0 C 切換速度しきい値保持部
- 2 0 D, 2 0 F 周波数帯切換制御部（使用周波数選択制御部，通知信号生成部，切換タイミング指示信号生成部；選択制御手段）
- 2 0 E 切換速度しきい値演算処理部
- 2 0 E - 1 加入者モニタ部
- 2 0 E - 2  $E_b/N_0$  推定部
- 2 0 E - 3  $(f_s + f_o)$  計算部（干渉電力比情報計算部）
- 2 0 E - 4 切換速度しきい値決定部
- 2 0 E - 5 切換速度情報更新制御部
- 2 3, 2 4 CDMA 送受信部（無線通信部）
- 2 6 制御信号多重／分離部（選択周波数通知信号受信部，確認信号送信部，

切換タイミング指示信号受信部)

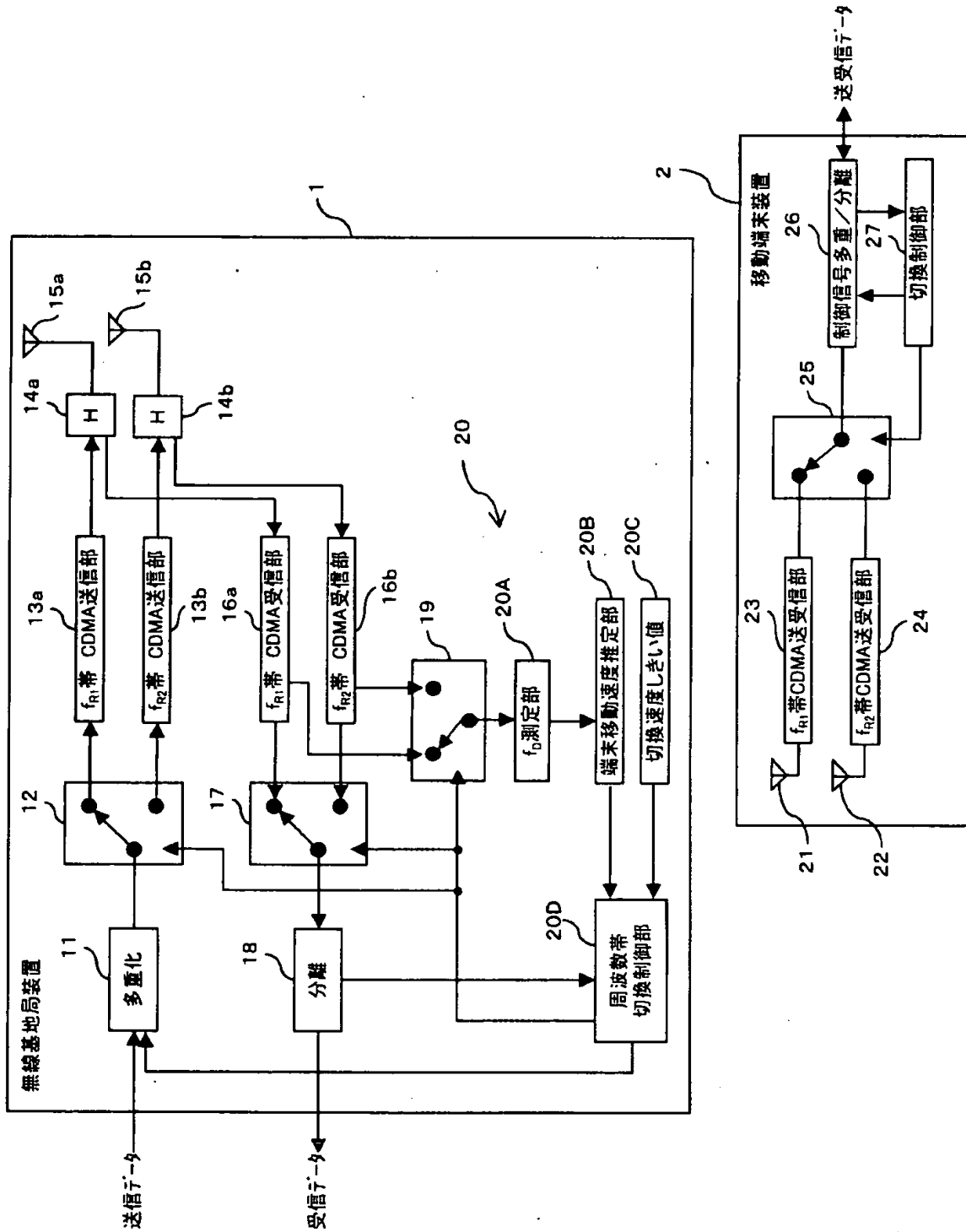
- 2 7 切換制御部 (使用周波数選択制御部 ; 選択制御手段)
- 2 8 送信系
- 2 9 受信系
- 1 3 1 トラフィックチャネル送信処理部
- 1 3 1 a FEC符号化器
- 1 3 1 b, 2 9 2 インタリーバ
- 1 3 2 多重化部 (MUX)
- 1 3 3, 2 9 5 スクランプラ (乗算器)
- 1 3 4 デジタルフィルタ
- 1 3 5, 2 9 7 DA変換器 (DAC : Digital-to-Analog Converter)
- 1 3 6 直交変調器
- 1 3 7, 1 6 3 b, 2 8 3 a, 2 9 8 a RF (Ra dio Frequency) 発振器
- 1 3 8, 1 6 2, 2 8 2, 2 9 9 フィルタ
- 1 3 9, 3 0 0 高出力増幅器 (HPA)
- 1 6 1, 2 8 1 低雑音増幅器 (LNA)
- 1 6 3 トラフィックチャネル受信処理部
- 1 6 3 a, 2 8 3 直交検波器
- 1 6 3 c, 2 8 4 AD変換器 (ADC : Analog-to-Digital Converter)
- 1 6 3 d, 2 8 5 デスクランブラ (乗算器)
- 1 6 3 e, 2 8 6, 2 9 4 乗算器
- 1 6 3 f M-Array相関検出器
- 1 6 3 g, 2 8 8 デインタリーバ
- 1 6 3 h 誤り訂正復号器
- 2 8 7 積分器 (フィルタ)
- 2 8 9 FEC復号器
- 2 9 1 FEC符号化器
- 2 9 3 M-Array相関符号化器
- 2 9 6 デジタルフィルタ



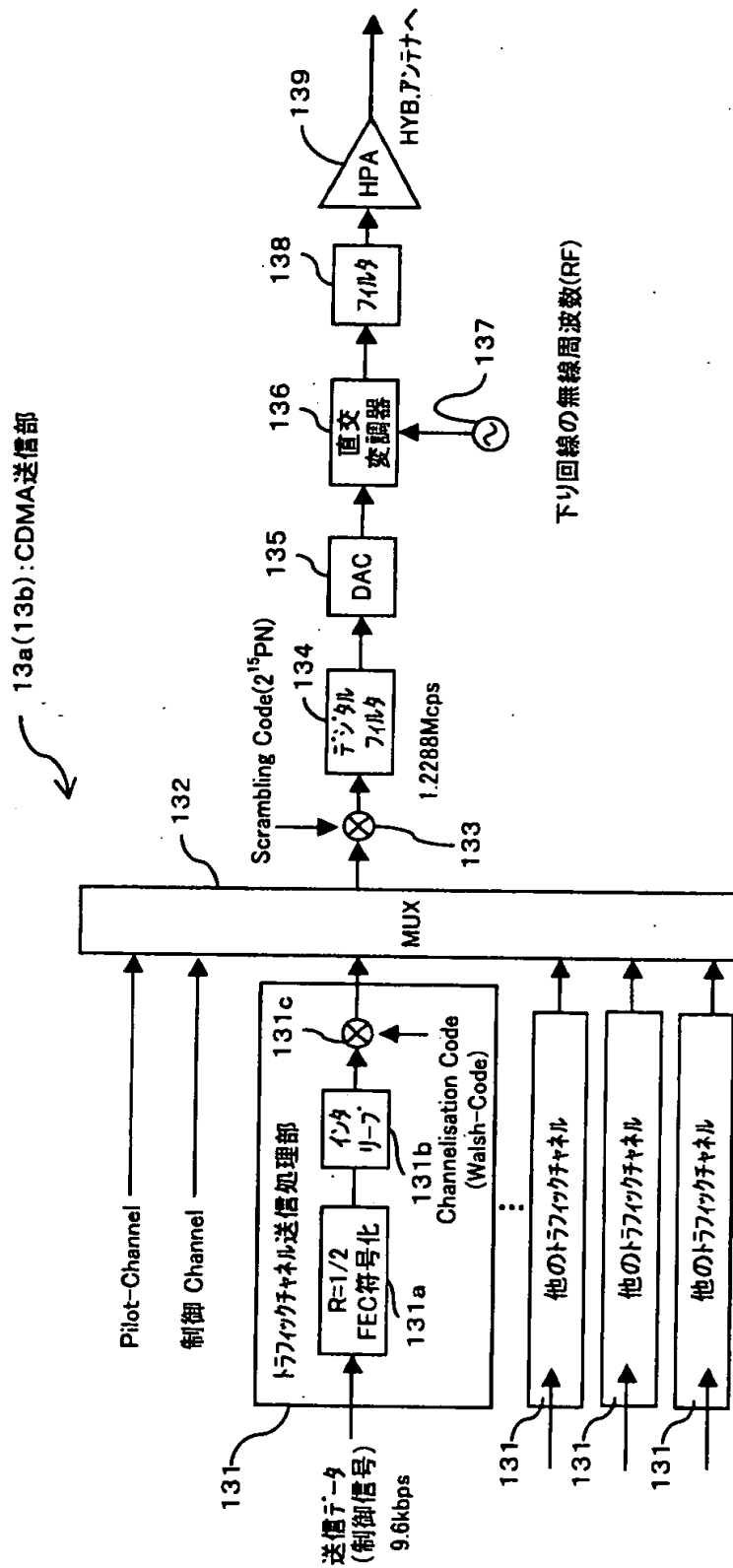
2 9 8 直交変調器

【書類名】 図面

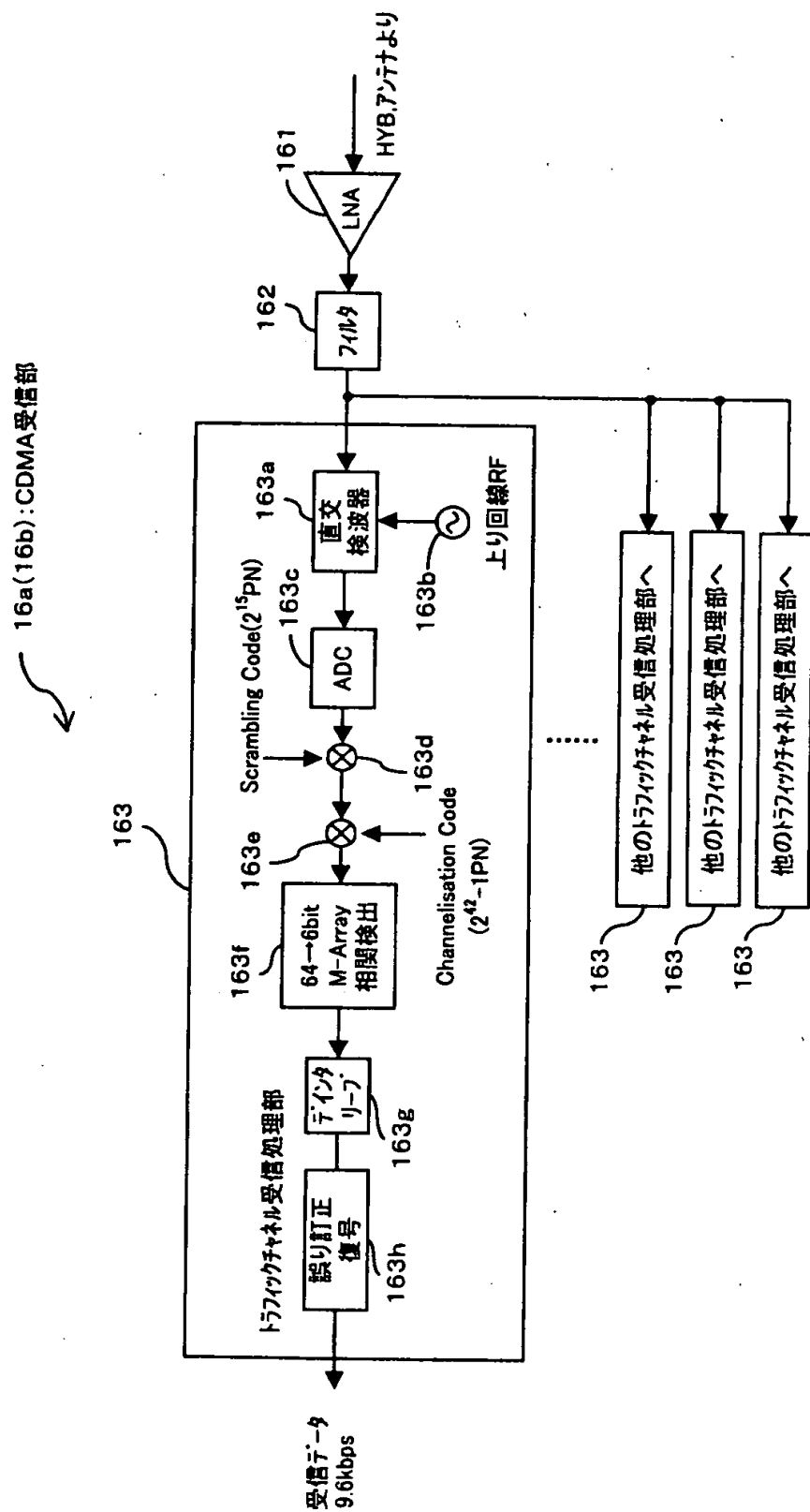
【図 1】



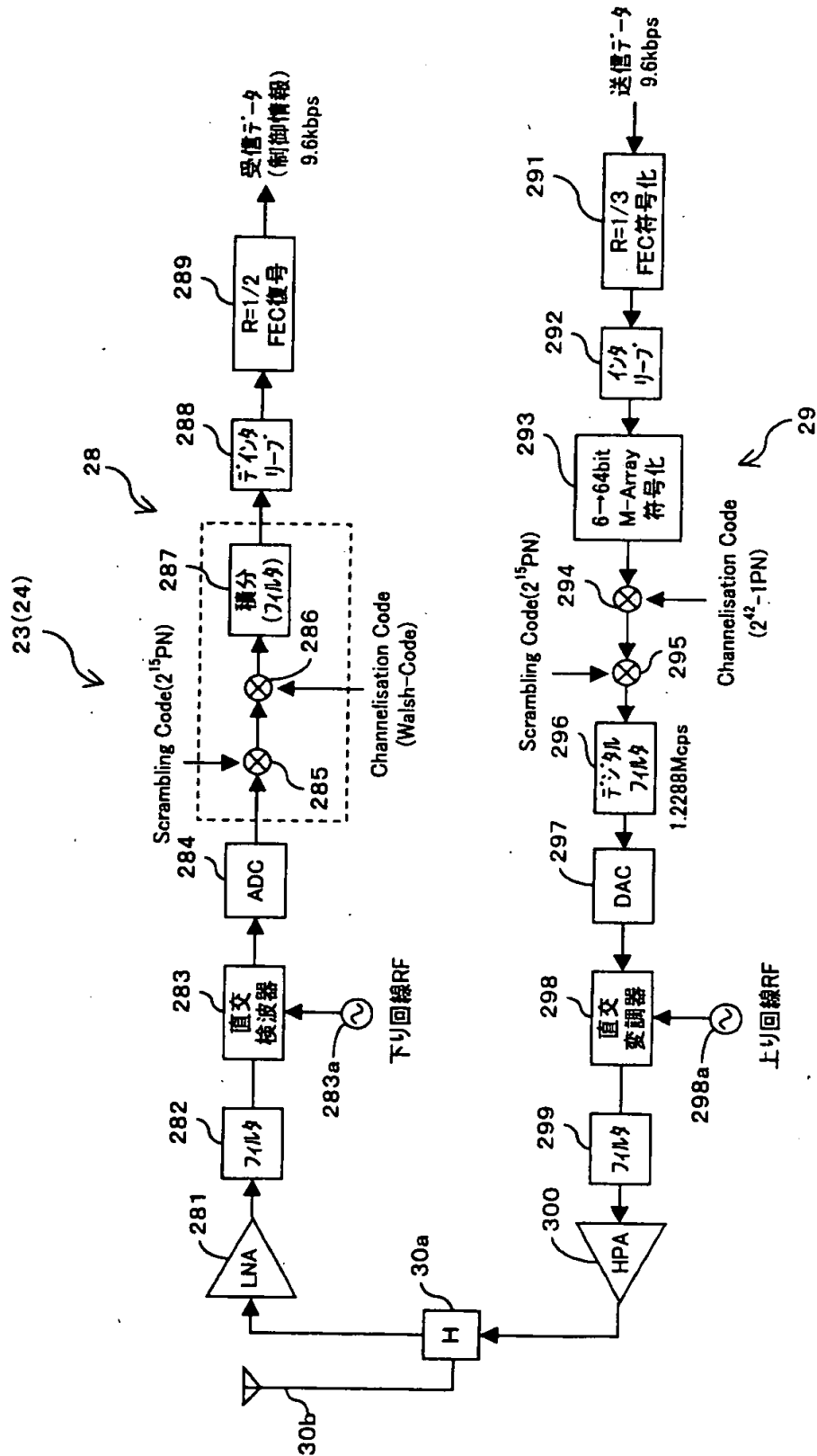
【図 2】



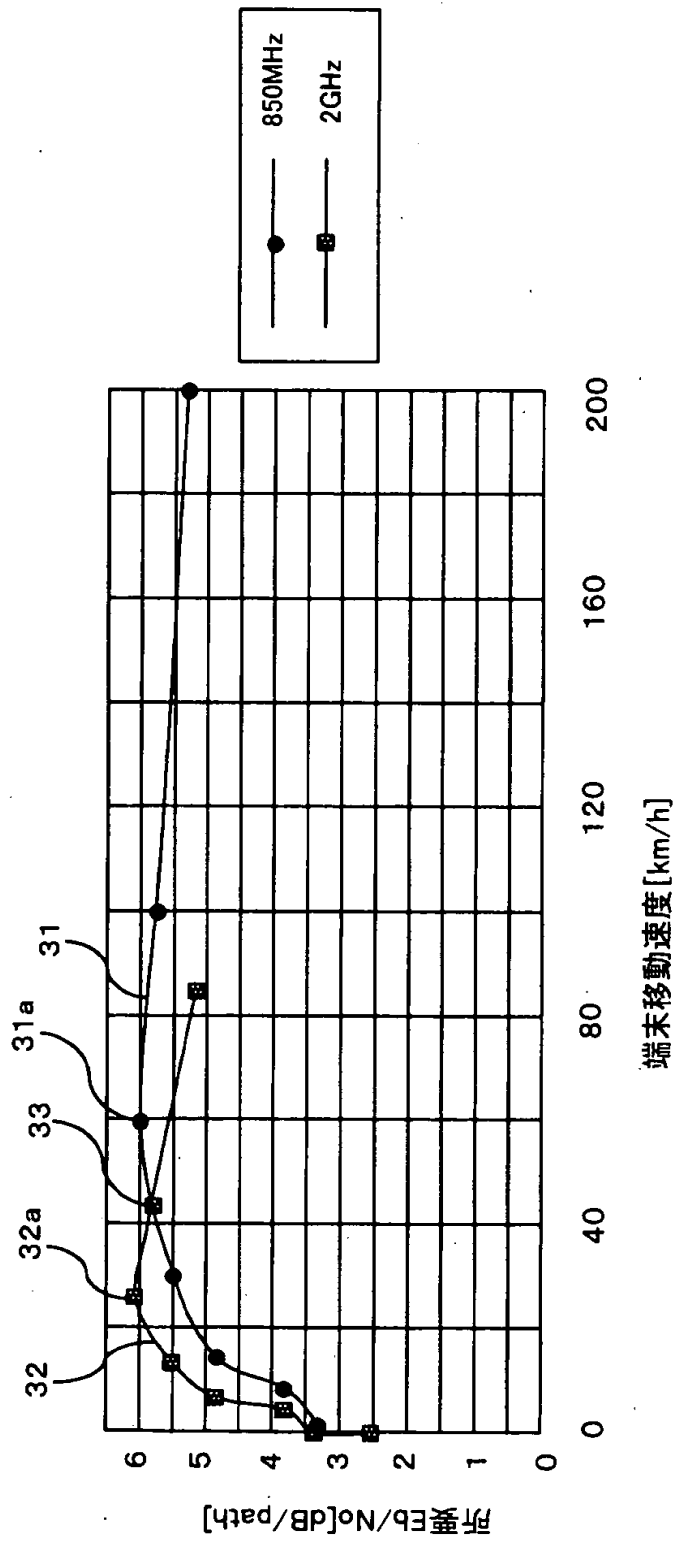
【図 3】



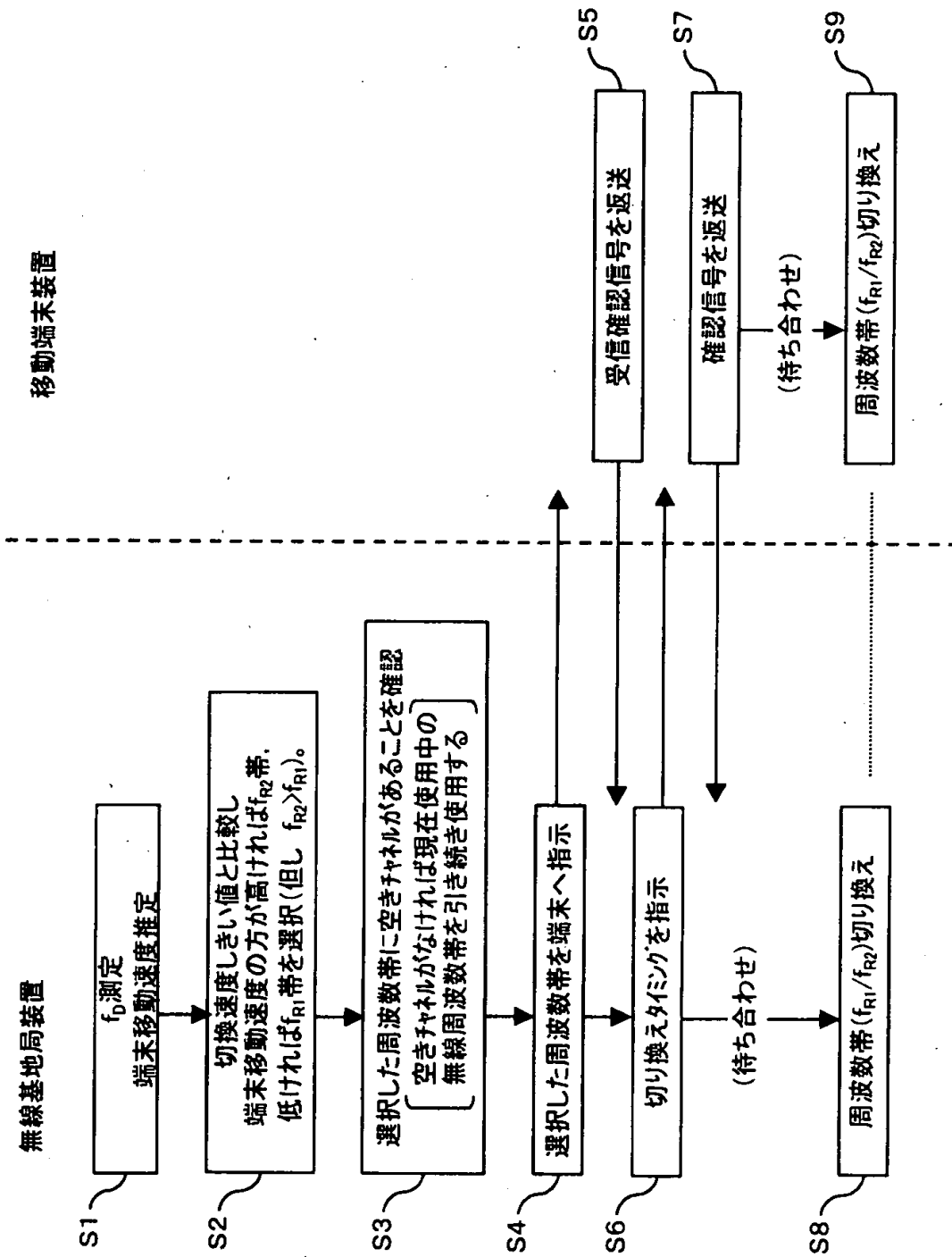
【図 4】



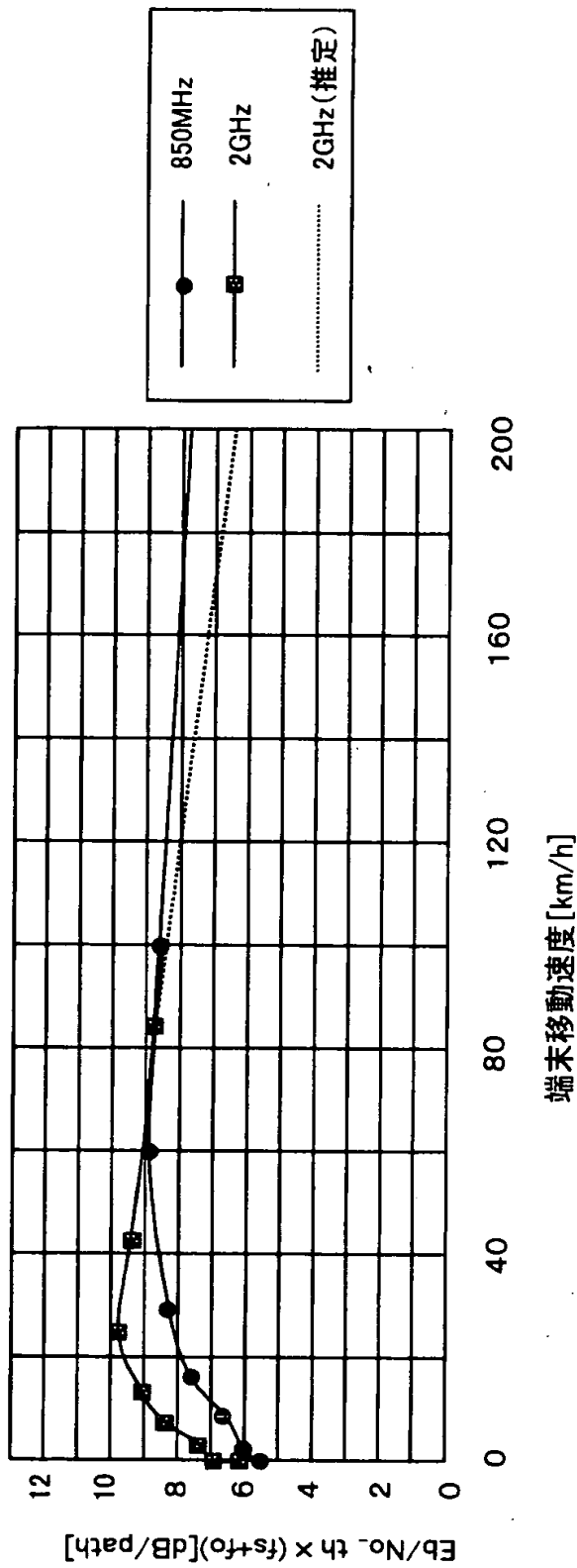
【図 5】



【図6】

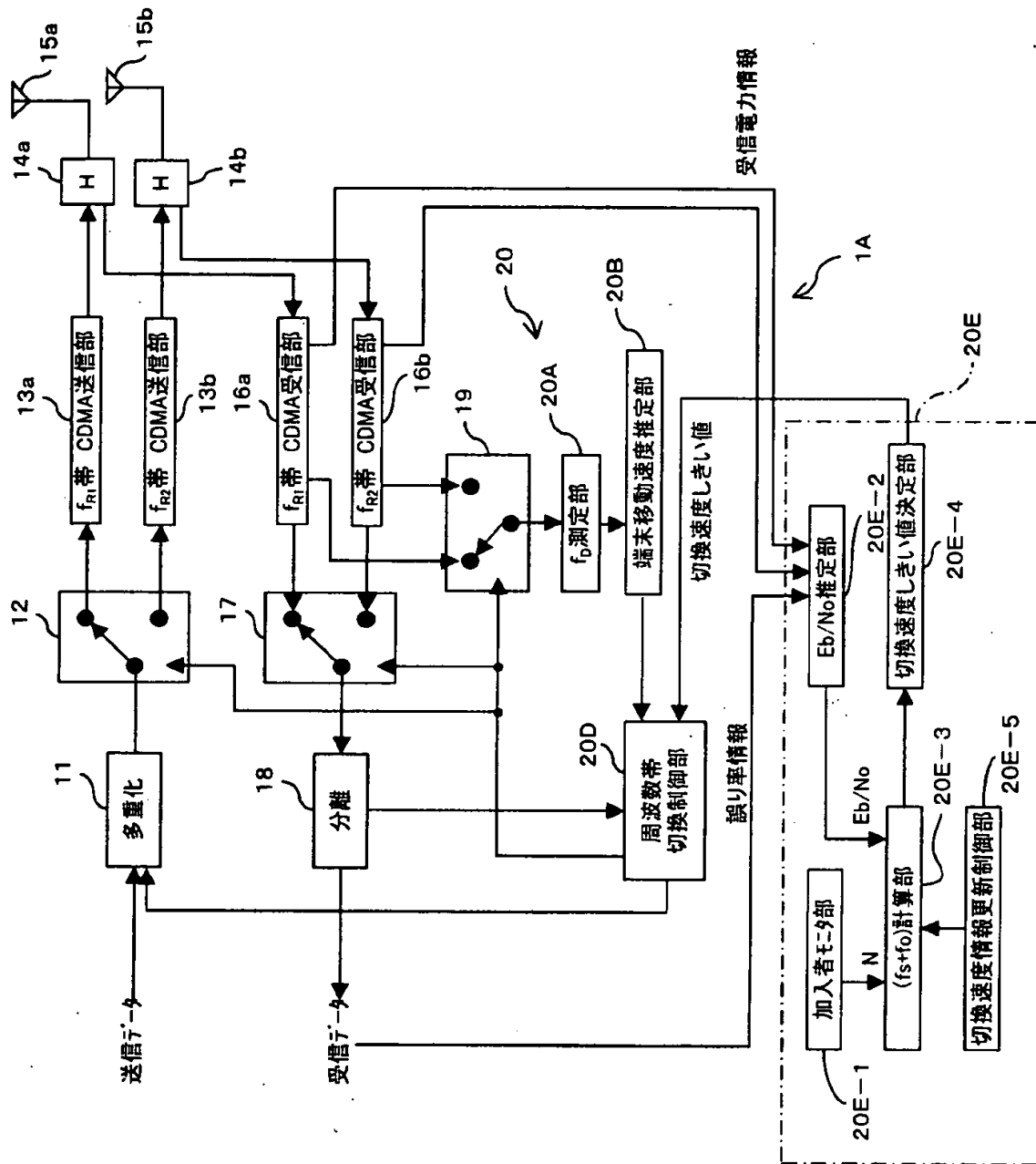


【図 7】

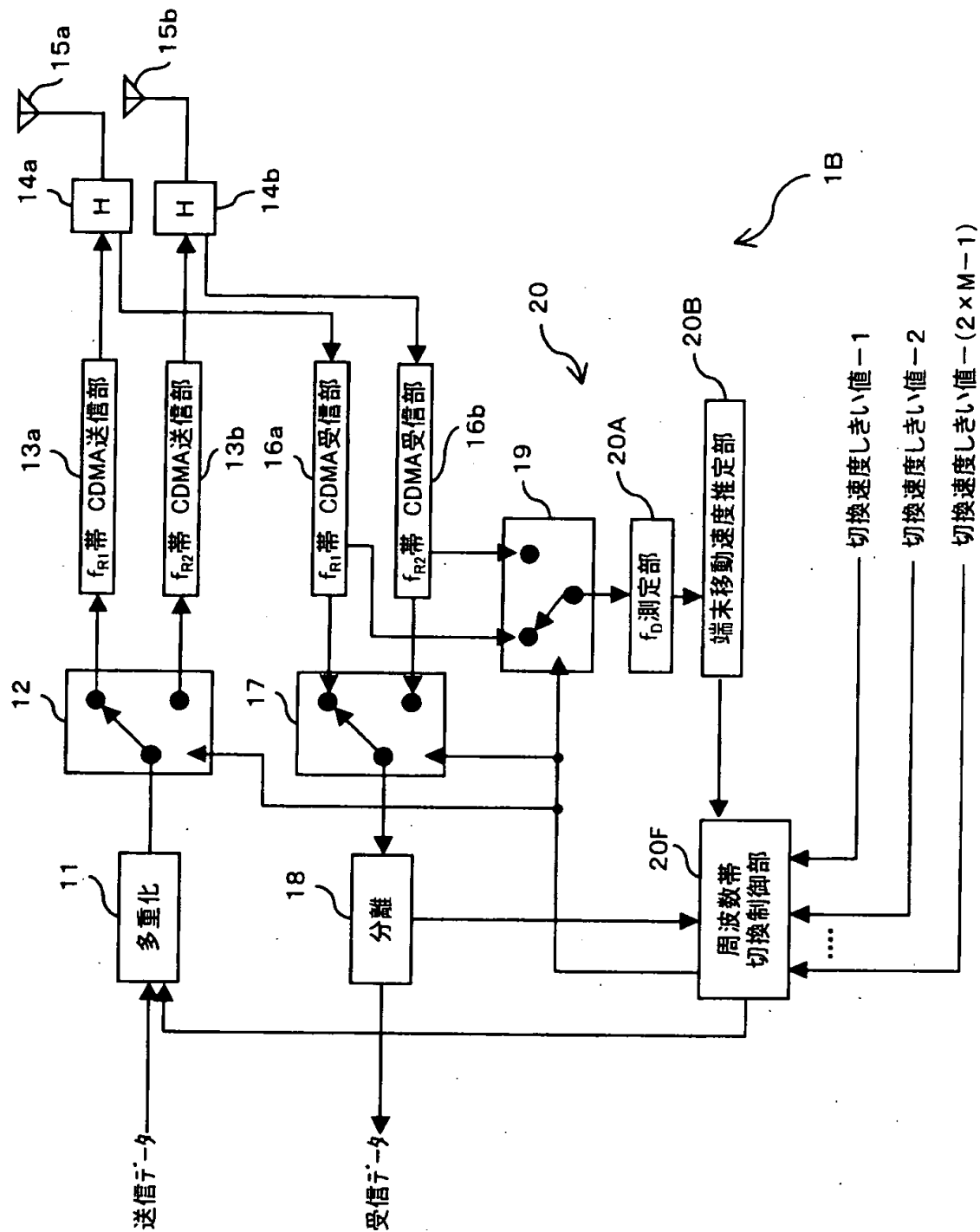




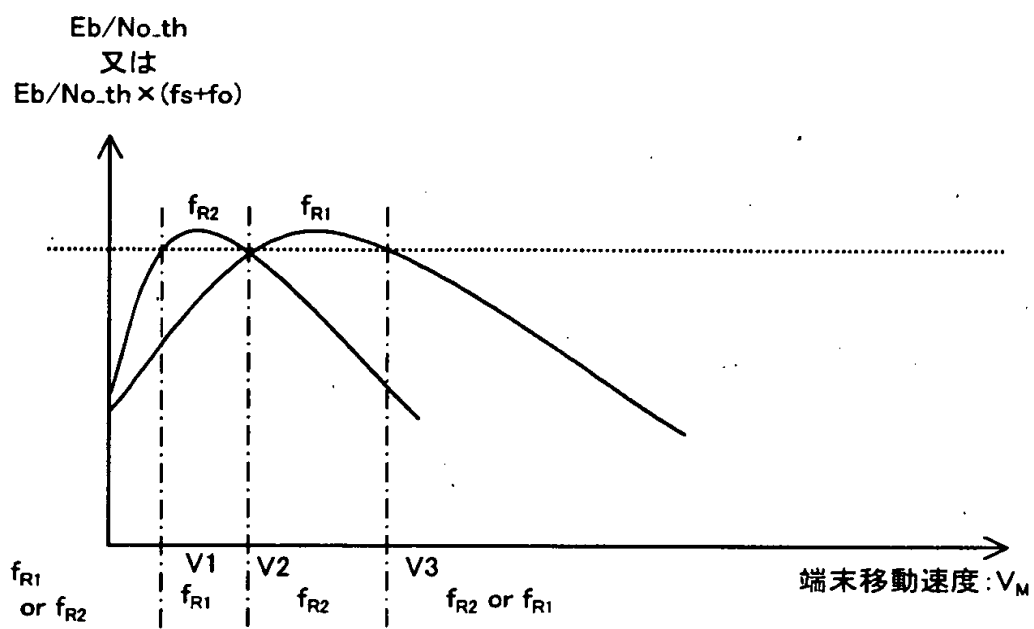
【図 8】



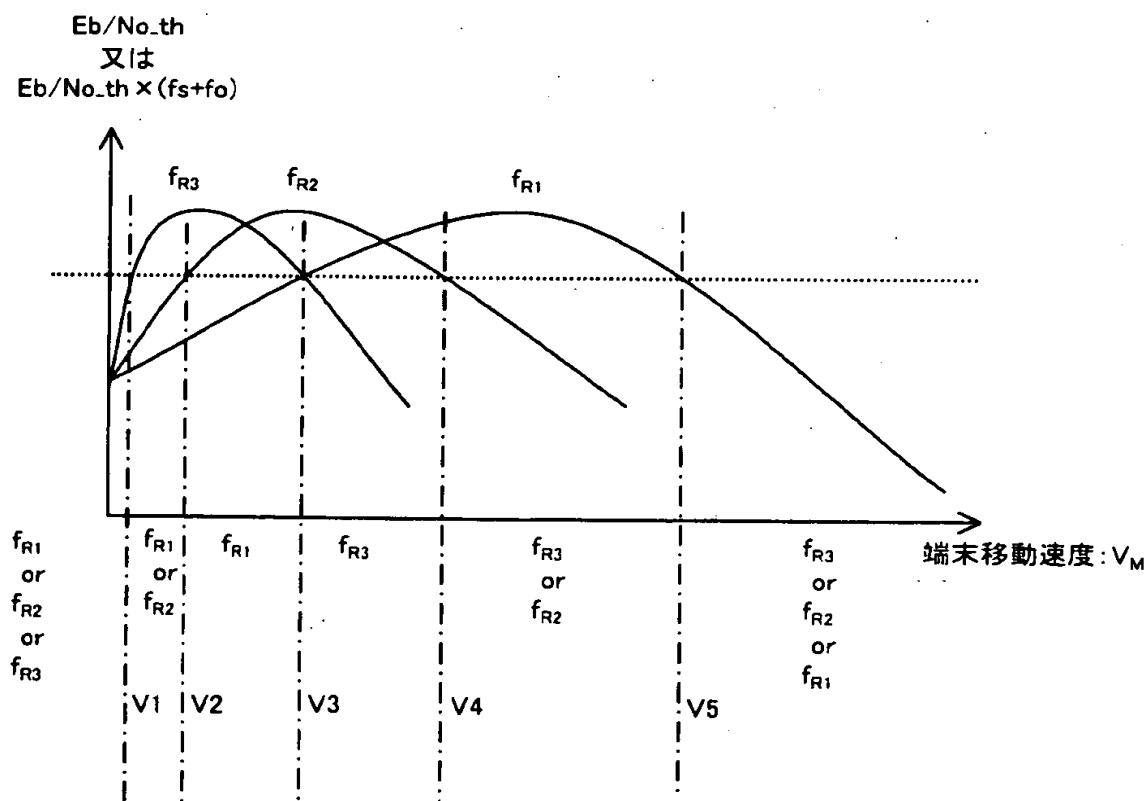
【図 9】



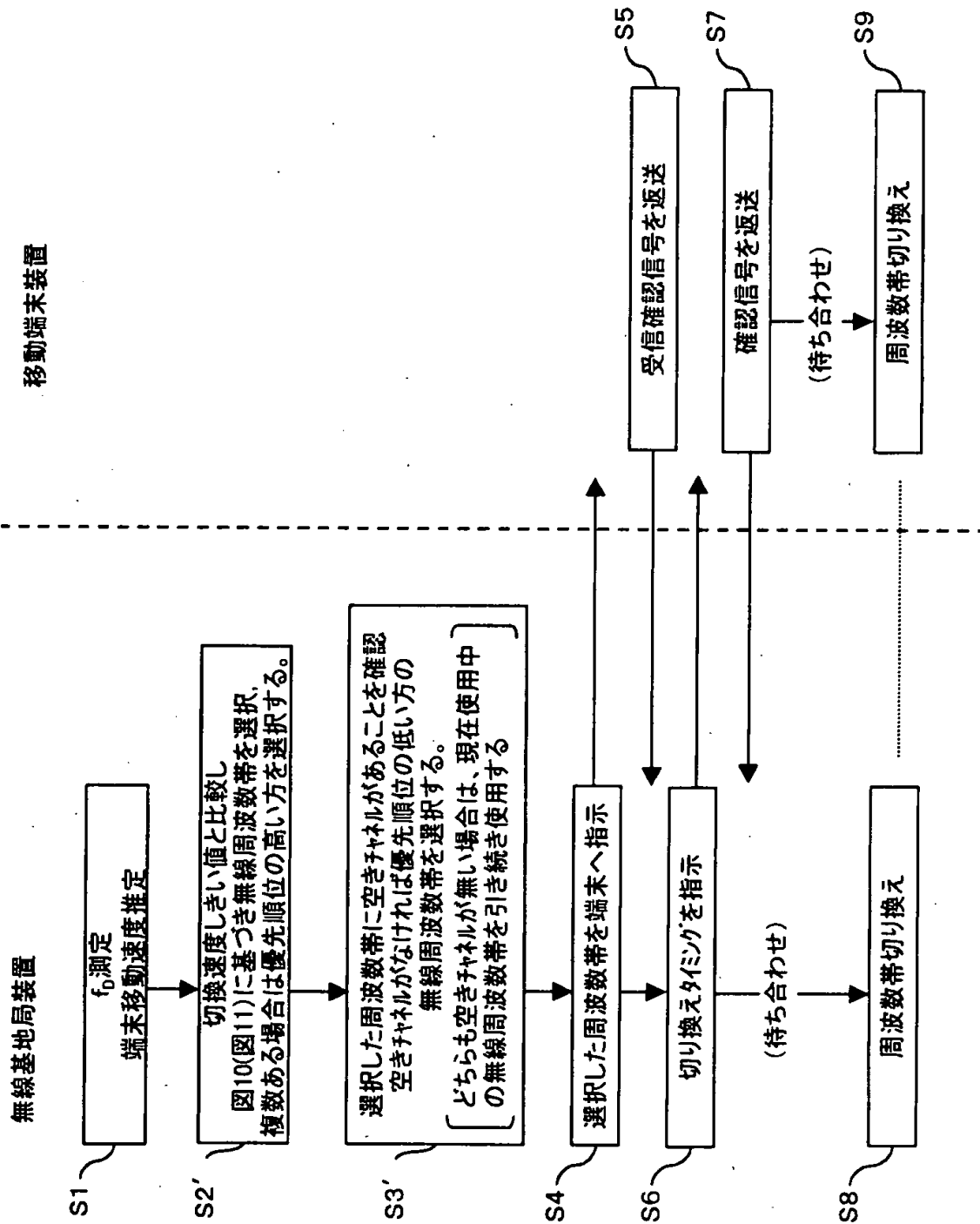
【図 10】



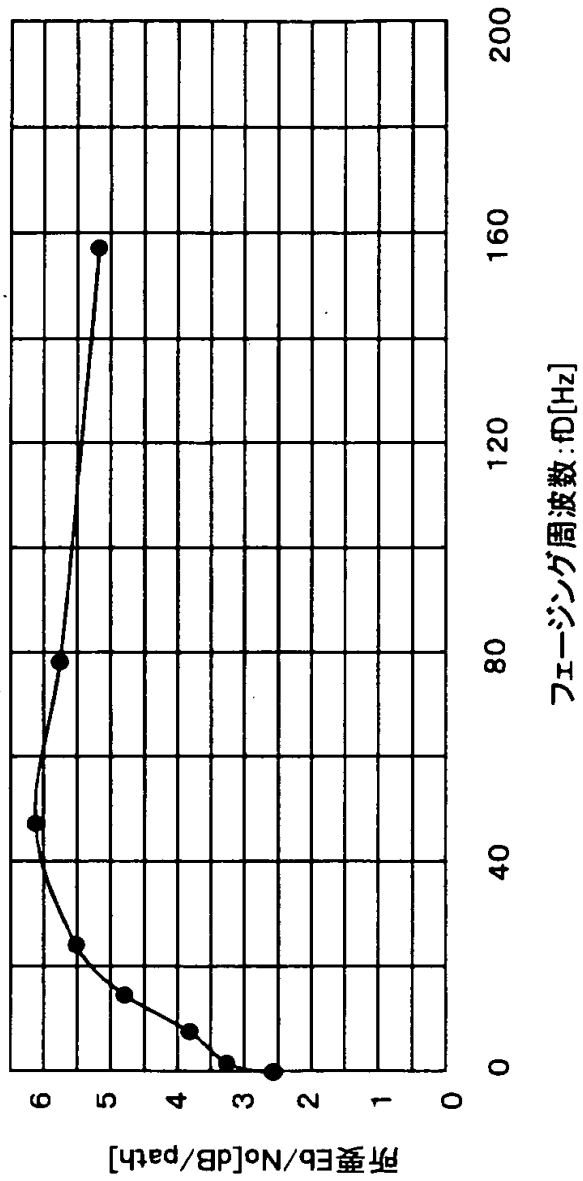
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    端末移動速度（ドップラー周波数）と伝送品質劣化との関係が非単調な移動体通信システムにおいて、通信品質の改善及びチャネル容量の増大を図れるようにする。

【解決手段】    移動体通信システムにおいて、移動端末 2 からの受信信号に基づいて移動端末 2 の移動速度（以下、端末移動速度という）に関する情報（以下、速度情報という）を検出する検出手段 2 0 B と、この検出手段 2 0 B で検出された速度情報が、高速であるほど高い周波数帯域の中から使用周波数を選択し、低速であるほど低い周波数帯域の中から使用周波数を選択して、移動端末に割り当てる選択制御手段 2 0 D、2 7 とをそなえるように構成する。

【選択図】            図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社